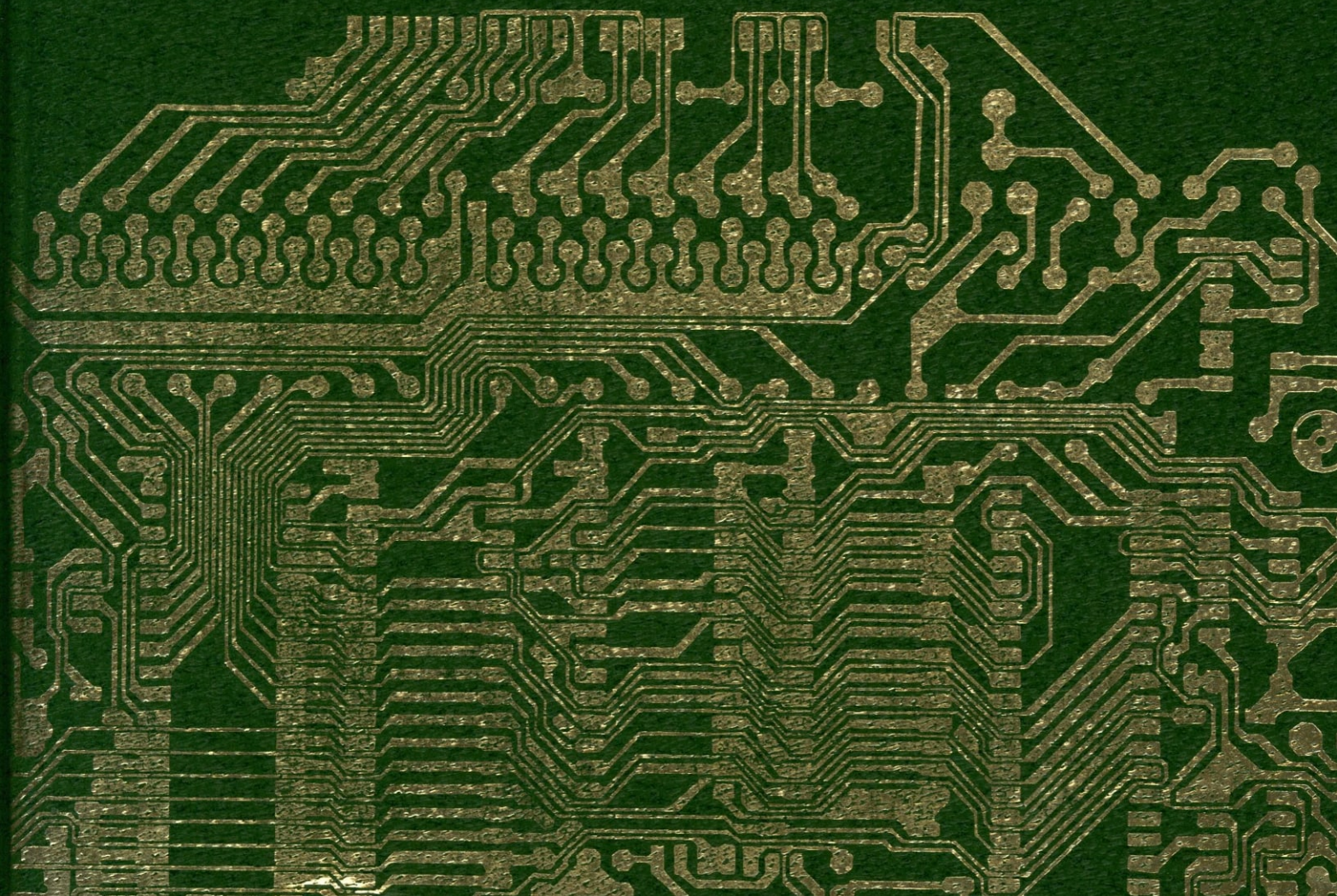
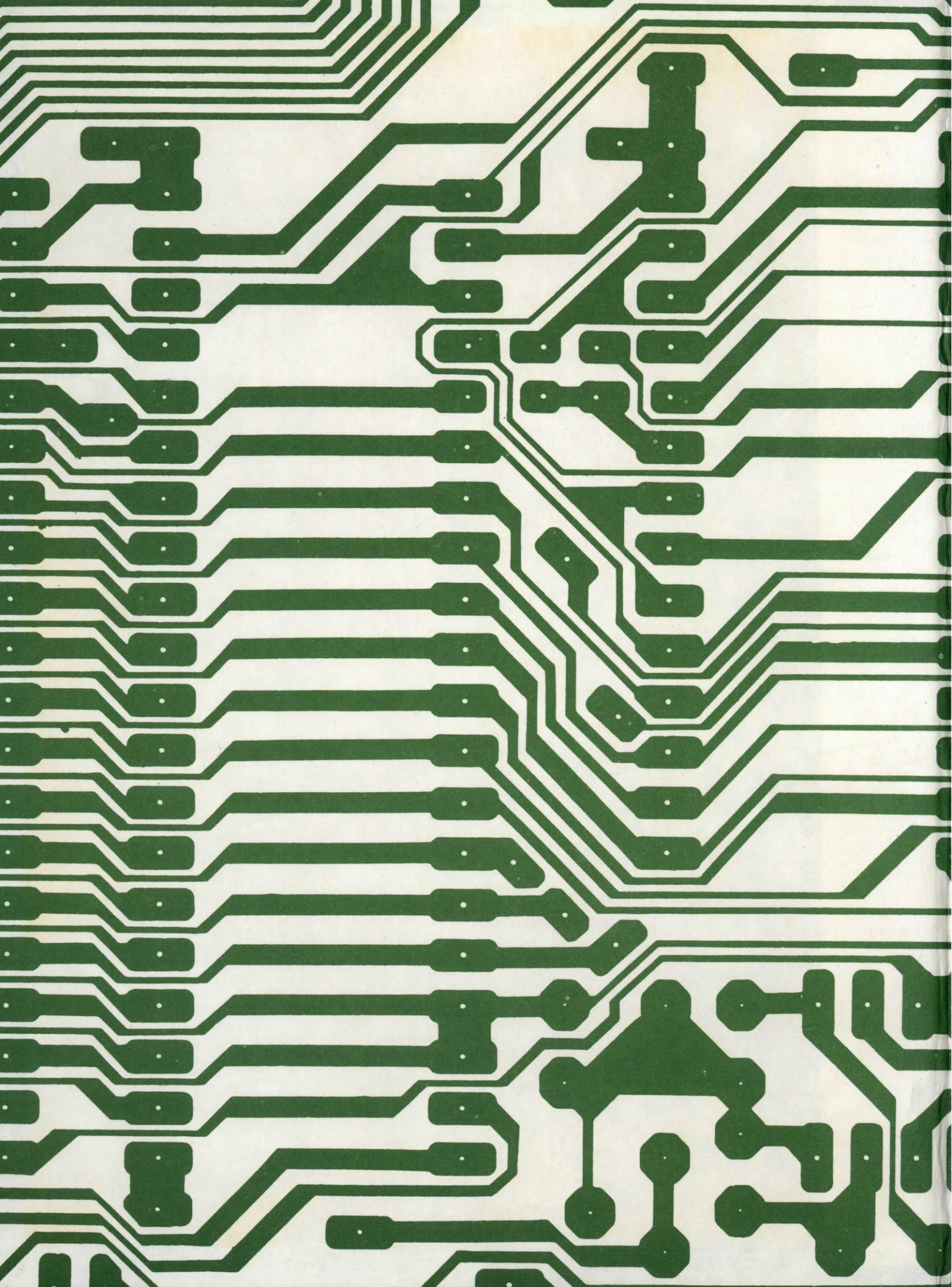
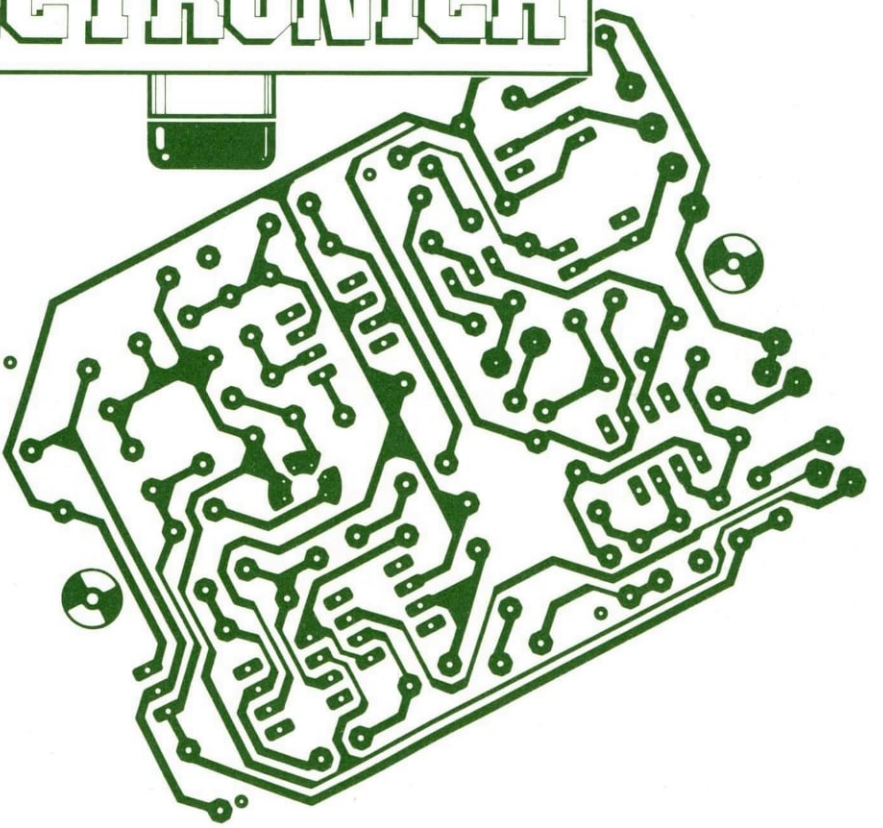
Taller de ELECTRONICA 4





Taller de ELECTRONICA



INGELEK

Una publicación

EDICIONES INGELEK, S.A.

Director-editor:
ANTONIO M. FERRER

Director de producción:
VICENTE ROBLES

Dirección Técnica de la Obra:
VIDELEC, S.A.

Director de la obra:
DAVID LOPEZ APARICIO

Colaboradores:
JOSE LUIS GONZALEZ
JOSE M. VILLOCH
ALBERTO CAMPILLO
FERNANDO ALAMEDA
FRANCISCO MARTINEZ CARREÑO
JOSE MARIA MANSO
PEDRO POVEDA

Diseño gráfico:
BRAVO-LOFISH

Maquetación
CARLOS GONZALEZ AMEZUA
MAITE CONDE

Fotografía:
RAFAEL AGUILERA

Dibujos:
JOSE ANTONIO RODRIGUEZ

© Ediciones Ingelek, S.A.
Madrid, 1985

Dirección, redacción y administración:
Avda. Alfonso XIII, 141, 28016-Madrid
Teléfs.: 250 58 20 y 250 55 79

Fotomecánica: FOLIES, S.A.
Sebastián Gómez, 5, 4.º B. Madrid

Fotocomposición: ANDUEZA, S.A.
San Romualdo, 26. Madird

Impresión: GRAFICAS REUNIDAS, S.A.
Avda. Aragón, 56. Madrid

ISBN tomo primero: 84-85831-27-6
ISBM tomo segundo: 84-85831-28-4
ISBN tomo tercero: 84-85831-29-2
ISBN tomo cuarto: 84-85831-30-6
ISBN de la obra: 84-85831-25-X

Depósito Legal: M. 31.795-1985
Printed in Spain

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin permiso escrito del editor

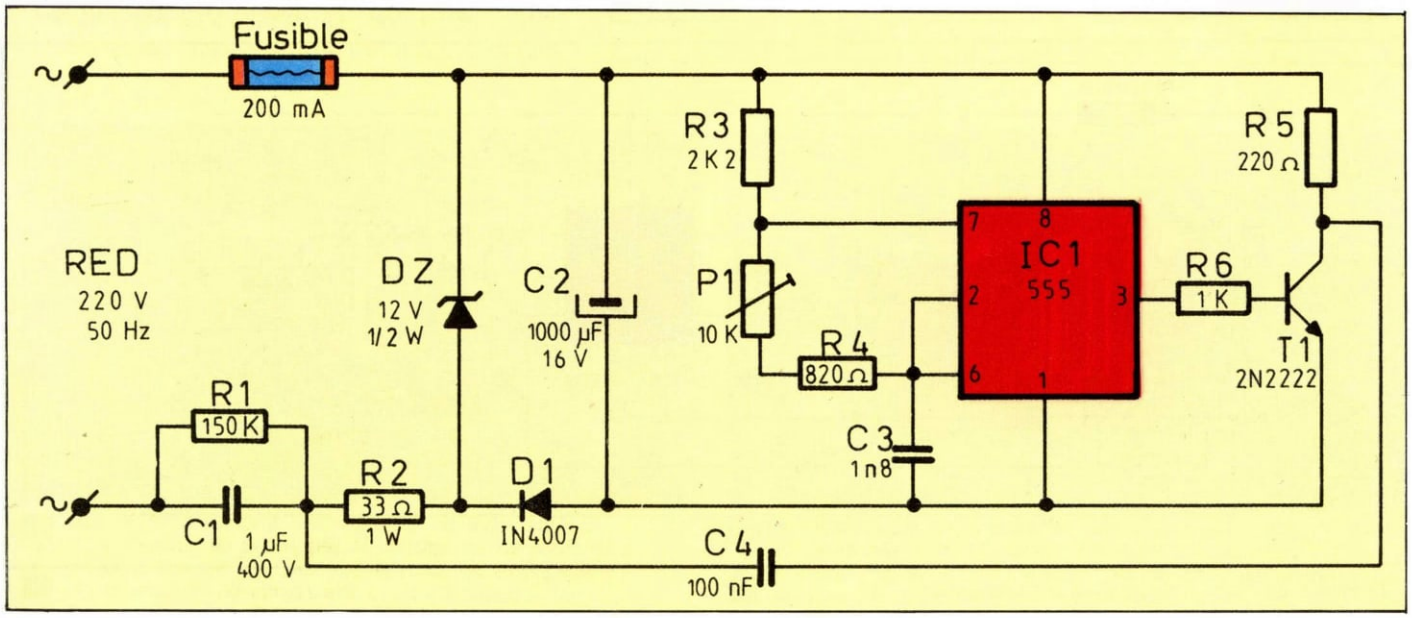
TELEMANDO A TRAVES DE LA RED

Este económico sistema de telemando utiliza como canal de transmisión la red de distribución de energía eléctrica de la vivienda.
El equipo receptor se intercala entre uno de los enchufes y la carga a controlar (televisor, lámpara, calefactor, etc.). En cualquier otro enchufe de la vivienda se conecta el transmisor, que va provisto de un pequeño interruptor con cuyo accionamiento se logra que el receptor dé alimentación a la carga, o sea, puede decirse que es un interruptor accionado a distancia.

El transmisor es básicamente un oscilador que genera una señal de onda cuadrada de alrededor de 100 kHz, que se envía a la red a través del condensador C4. El receptor es un decodificador con salida lógica, que se activa solamente cuando recibe un tono de 100 kHz.

Transmisor

La frecuencia del tono de control es generada por un circuito integrado del tipo 555 bipolar (no sirve CMOS) dispuesto como oscilador astable, y está determinada por los valores elegidos para las resistencias R3, R4, el condensador C3 y el potenciómetro ajustable P1, el cual permite el ajuste exacto de dicha frecuencia de oscilación. La señal de onda cuadrada sale por la patilla 3 del integrado, y se aplica a través de la resistencia R6 a la base del transistor T1 (que es de conmutación), donde es amplificada y se transmite a la red a través de los condensadores C4 y C1.



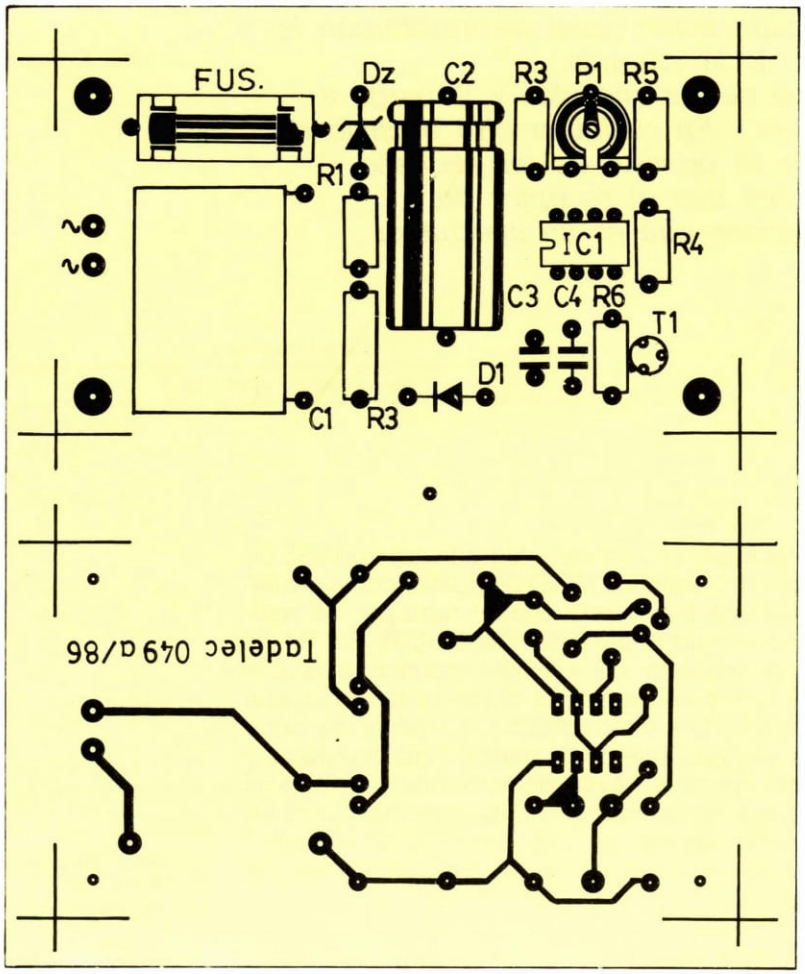
Esquema eléctrico del transmisor de telemando.

Receptor

El receptor utiliza un circuito integrado decodificador de tono que lleva un oscilador interno cuya frecuencia está determinada por los valores de R3 y C3.

Cuando a través de los condensadores C1 y C6 recibe un tono en la patilla 3, lo compara con el generado en su propio oscilador, y si son de la misma frecuencia pone a nivel bajo la salida (patilla 8). Esta salida se conecta a la puerta del triac a través de un diodo Led, que además de dar indicación luminosa del funcionamiento, protege al circuito integrado de transitorios que puedan provenir de la red; la corriente de puerta del triac es limitada por la resistencia R4. Este dispositivo de potencia actúa como interruptor y está protegido contra sobretensiones debidas a la conexión y desconexión de cargas inductivas, por la red formada por el condensador C7 y la resistencia R5.

Circuito impreso del transmisor de telemando. Serigrafía de componentes.

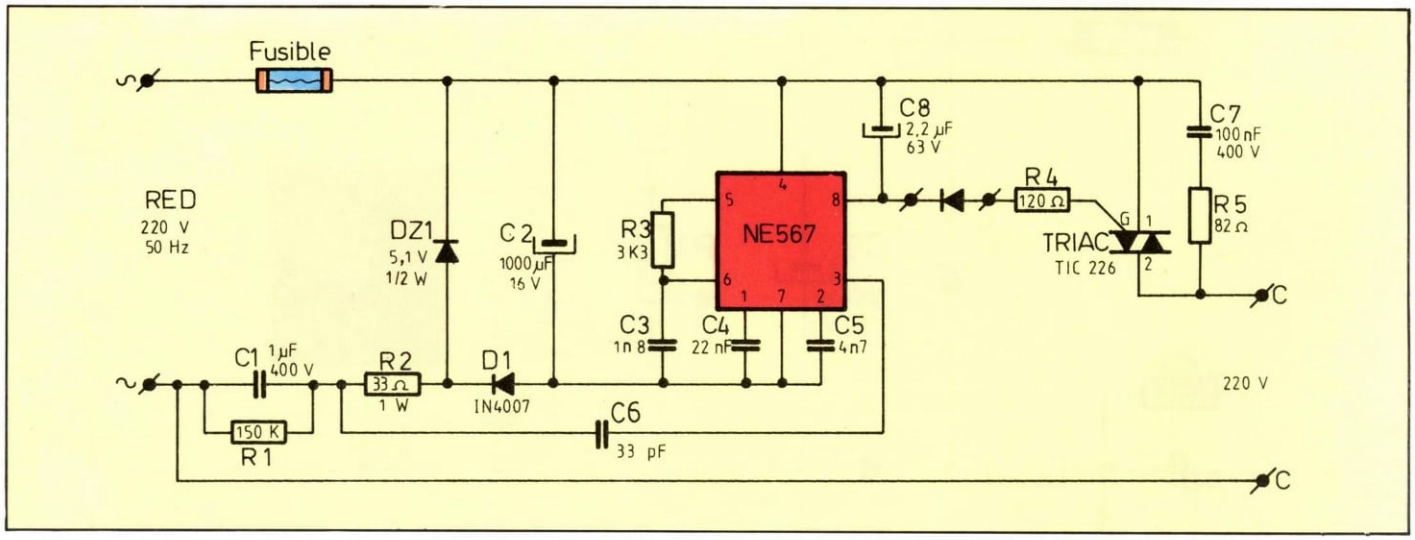


Alimentación de los aparatos

Ambos equipos se alimentan directamente de la red de 220 V y 50 Hz sin necesidad de incorporar transformadores de alimentación, lo que supone una notable disminución de peso, tamaño y coste. La tensión de red se atenúa por medio del condensador C1, que ha de soportar 400 V como mínimo, y por la resistencia R2 de 33 Ω; los diodos D1 y D2 rectifican y estabilizan la tensión, y el condensador C2 realiza el filtrado, resultando de todo este proceso una tensión continua del valor conveniente en cada caso.

En principio se habían previsto condensadores de 2,2 μF, pero su localización es difícil en una tienda normal de componentes; además son bastante más voluminosos que los finalmente elegidos. Pero en el caso de que la tensión de red sea solamente de 125 V, no queda más remedio que utilizarlos de 2,2 μF. En este caso es suficiente que soporten 250 V. En el resto del circuito no es necesario realizar modificaciones por el cambio de tensión.

Los fusibles presentan una protección adicional en caso de avería o sobrecarga.



Esquema eléctrico del receptor de telemando.

Consejos prácticos

La potencia a controlar depende de las características térmicas del disipador utilizado para el triac.

En el caso de ser atornillado directamente al circuito impreso, puede controlar un máximo de unos 200 W; el fusible será de 1 A. Si se utiliza un pequeño radiador como el mostrado en las fotografías, se puede controlar hasta unos 600 W (fusible de 3 A). Con un radiador de mayores dimensiones se podrán controlar cargas de hasta 1.200 W (fusible de 6 A). Todas estas cifras son válidas cuando el circuito se alimenta a 220 V; para 125 V serán los mismos fusibles, pero la carga será aproximadamente la mitad en cada uno de los casos mencionados.

Ajuste

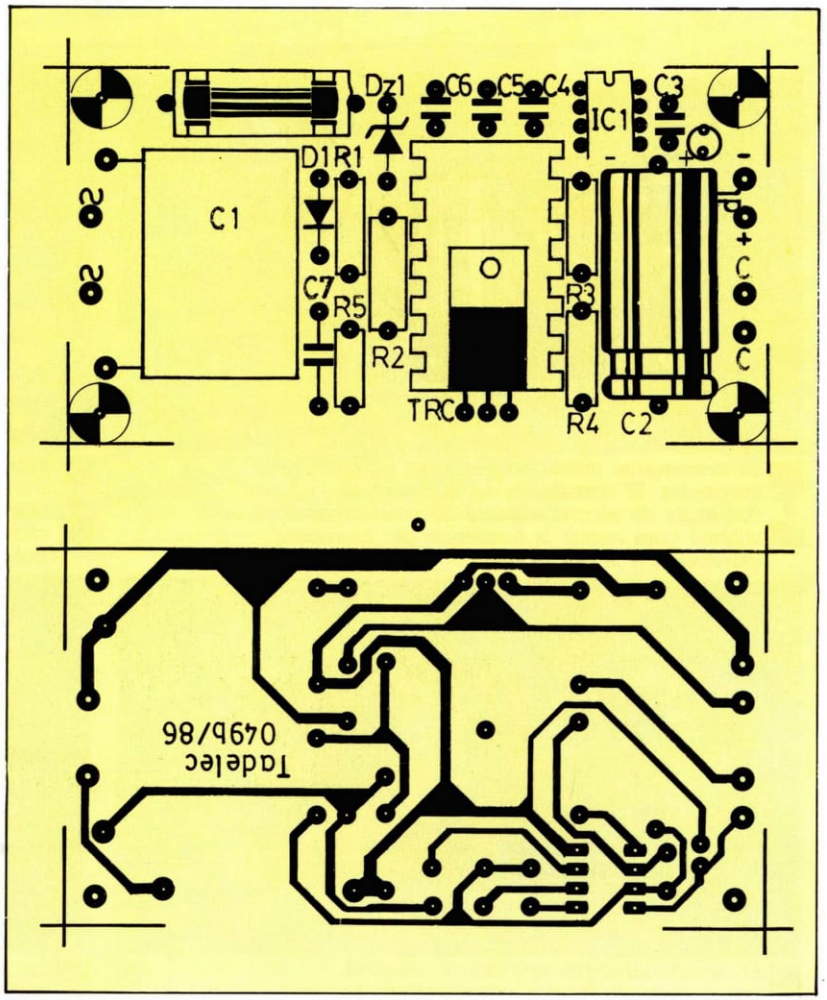
Si se han montado correctamente todos los componentes, prestando especial atención a los que llevan polaridad, se puede proceder al ajuste, que es sumamente sencillo.

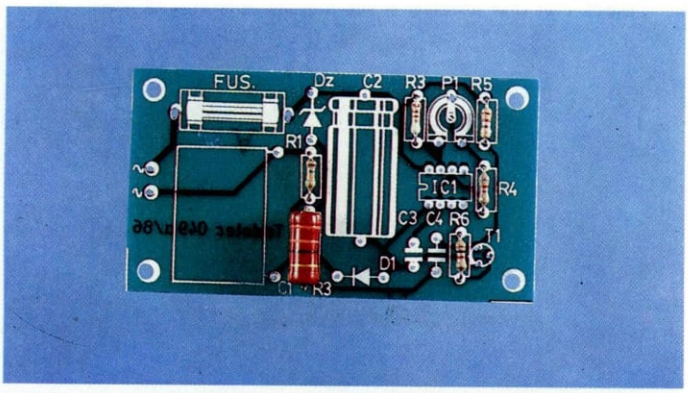
En primer lugar se conecta al enchufe de salida del receptor una lámpara de 100 W/220 V y el aparato a la red con su propio cable.

Antes de conectar el transmisor a la red se girará el mando del potenciómetro P1 hasta el tope, de forma que la flecha señale la resistencia R3, a continuación se conecta el aparato a la red (se recomienda utilizar otro enchufe que permita observar el Led indicador del receptor). Se actúa el interruptor de control, y con un pequeño atornillador se girará el mando de ajuste del potenciómetro hasta que el diodo Led se encienda; la lámpara tardará unos instantes en encenderse debido a los sistemas de protección contra ruidos que se han incluido en el diseño.

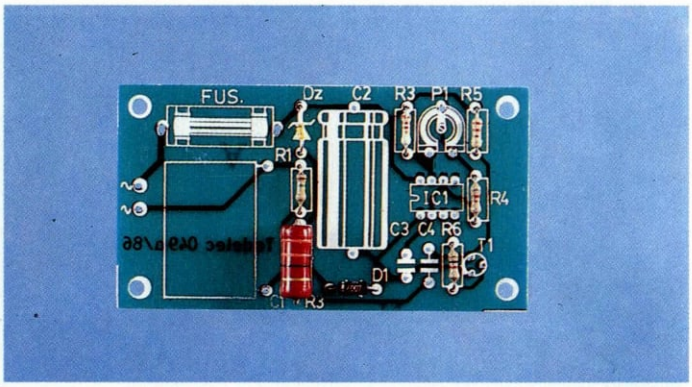
Como la señal de control es una onda cuadrada, también emitirá armónicos de frecuencias impares, o sea, si se ajusta a una frecuencia 1/3 ó 1/5 de la del receptor, éste puede ser activado por los tonos correspondientes a los armónicos, aunque el funcionamiento puede ser deficiente; esto puede comprobarse girando el mando del potenció-

Circuito impreso del receptor de telemando y serigrafía de componentes.





1 *Una vez que se haya hecho acopio de todos los componentes, se procederá al montaje de los mismos en cada uno de los circuitos impresos de este sistema de telemando. Se comenzará, como es habitual, por las resistencias.*



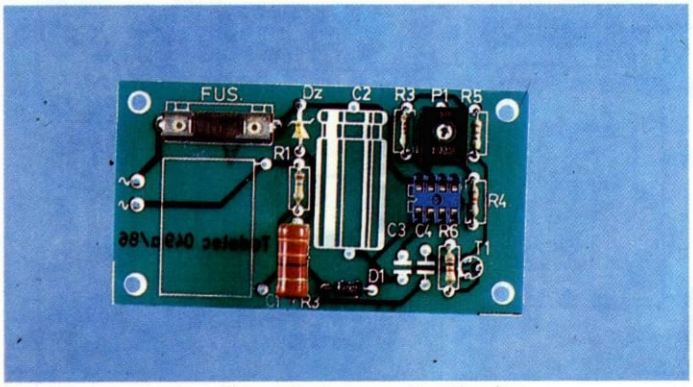
2 *A continuación se colocan los dos diodos, cada uno en el lugar que le corresponde, y con la orientación correcta. El cátodo se identifica por un anillo sobre el cuerpo del componente, y por un trazo en la serigrafía del circuito.*

metro, y se encontrarán dos posiciones más donde se encenderá el Led, pero de estas tres posiciones sólo se debe utilizar la recomendada en el ajuste, con la que se logrará el alcance máximo.

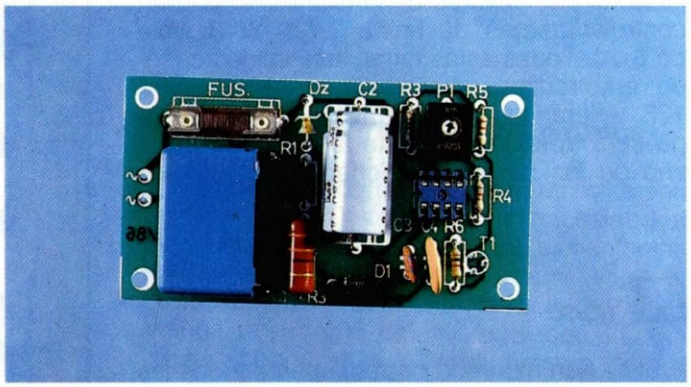
En caso de disponer de un osciloscopio, puede medirse con éste la frecuencia interna del circuito NE567 entre bornes del condensador C3, y luego se medirá la del NE555, entre las patillas 3 y 1 del mismo, ajustando con P1 hasta lograr la frecuencia leída en el receptor. Debido a la tolerancia de los componentes, es normal que la frecuencia no sea exactamente 100 kHz.

Radio de acción

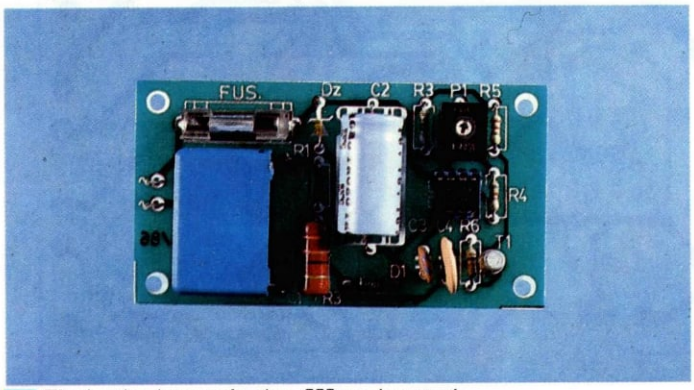
El radio de acción eficaz es de unas decenas de metros, sobradamente suficiente para el interior de un piso o chalet. No se debe



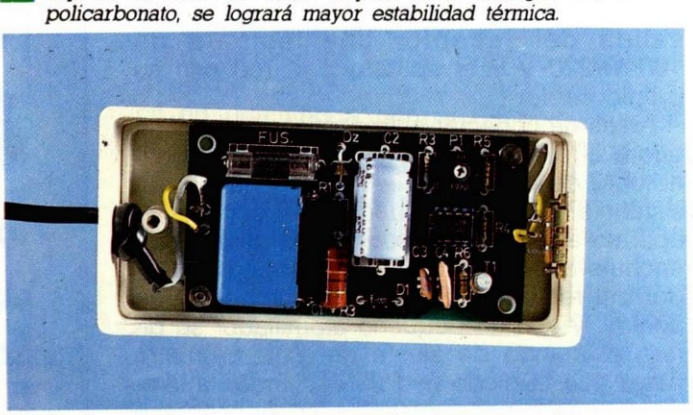
3 *Es conveniente utilizar zócalos para los circuitos integrados. El portafusible se incorpora en la placa con el fin de ahorrar espacio. El potenciómetro P1 se utilizará para ajustar la frecuencia del transmisor, igualándola a la del receptor.*



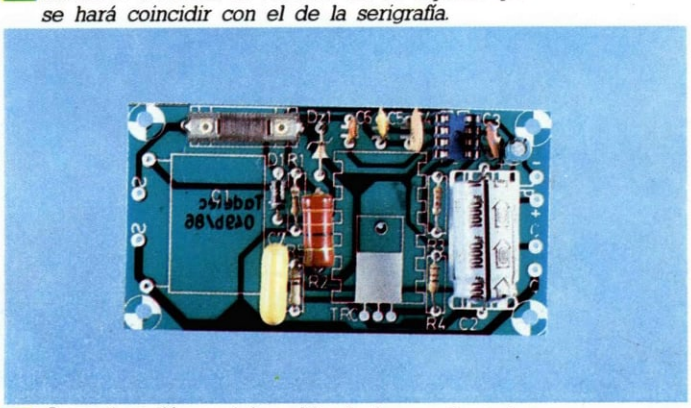
4 *Este montaje necesita condensadores de varios tipos. C1 es de poliéster, C2 es electrolítico y deberá respetarse su polaridad, y C3 y C4 son cerámicos con cápsula en forma de disco. Si para C3 se consigue uno de policarbonato, se logrará mayor estabilidad térmica.*



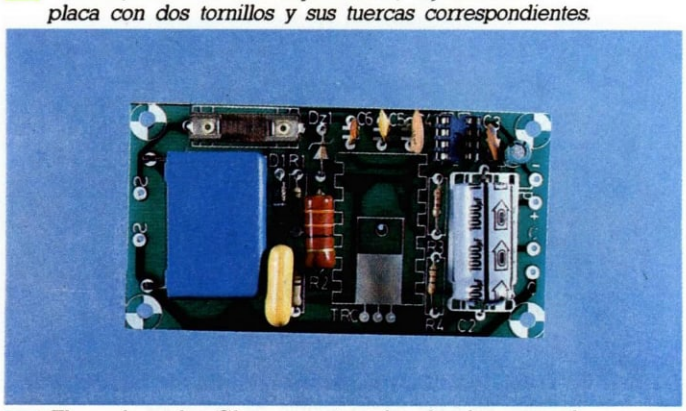
5 *El circuito integrado tipo 555 se insertará, con cuidado de no doblar sus patillas, en el zócalo soldado anteriormente. El transistor T1 lleva un saliente en su cápsula que se hará coincidir con el de la serigrafía.*



6 *En la caja se efectuarán unas perforaciones para el cable de conexión a la red, y para la instalación del interruptor de control. Al contrario de lo que es habitual, no se utilizan separadores, sujetándose la placa con dos tornillos y sus tuercas correspondientes.*



9 *A continuación se irán soldando los condensadores; por el mismo motivo que en el transmisor, puede utilizarse para C3 un condensador de policarbonato. El condensador electrolítico C8, del tipo radial, está situado al lado de C3.*



10 *El condensador C1 se acuesta sobre la placa con el fin de limitar la altura total del montaje. Es necesario soldar primeramente unos trozos de hilo en los terminales de la placa, y a éstos, soldar los cortos terminales del condensador.*

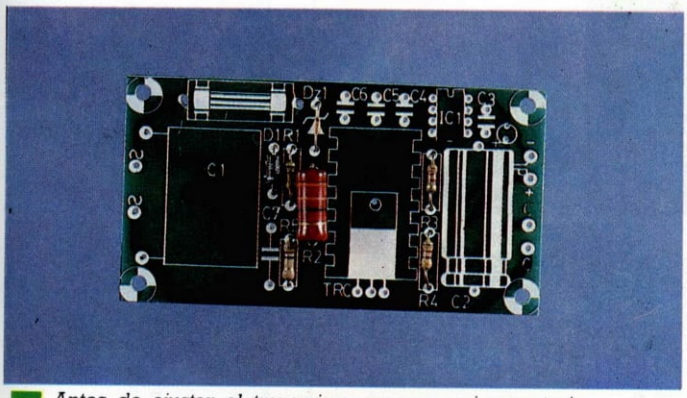
intercalar entre transmisor y receptor ningún transformador, pues atenúa mucho la señal de control; lo mismo sucede con los contadores de consumo de energía eléctrica.

Este aparato es de fácil construcción y ajuste, y se le pueden encontrar gran variedad de aplicaciones. Su sencillez es posible gracias a la incorporación de los circuitos integrados 555 y 567, ambos de reducido coste.

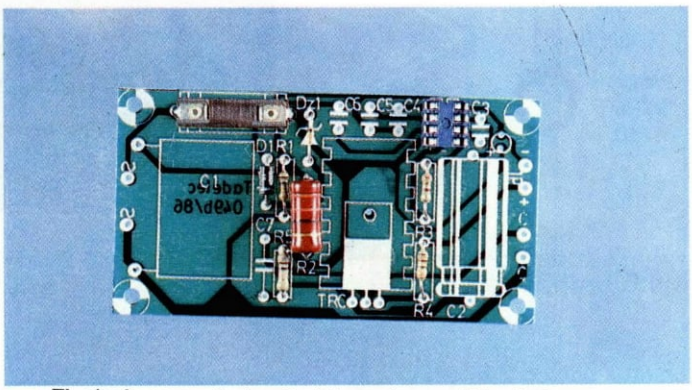
Le recordamos que durante el ajuste no se debe tocar el interior de los aparatos con los dedos, pues en varios puntos hay tensión de red. Se recomienda la utilización de cajas de material plástico, que además de su bajo precio posibilitan un buen aislamiento eléctrico.

Pueden mejorarse las características del aparato utilizando condensadores de policarbonato o de polipropileno de 1n8, pero además de ser más caros que los cerámicos son difíciles de encontrar.

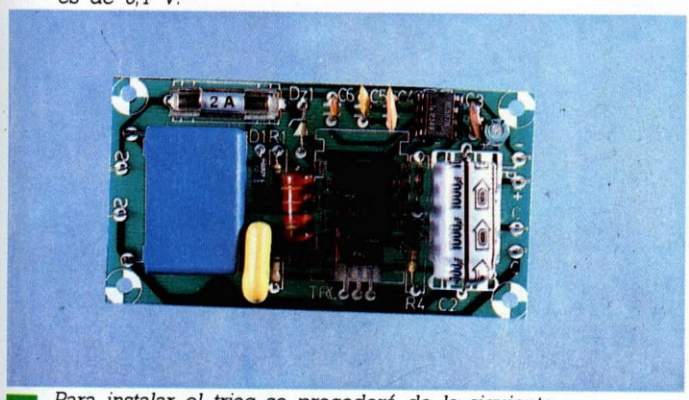
TABLA DE CARACTERISTICAS	
Alimentación	*220 V*
Consumo	*el de la carga conectada (se desprecia el de los equipos)*
Carga mínima	*60 W a 220 V*
Carga máxima	*1.200 W (según disipador)*
Alcance efectivo	*100 m*
Ajuste	*sencillo (no precisa instrumentación)*
Funcionamiento a 125 V	*(cambiar C1 a 2,2 μF/250 V)*



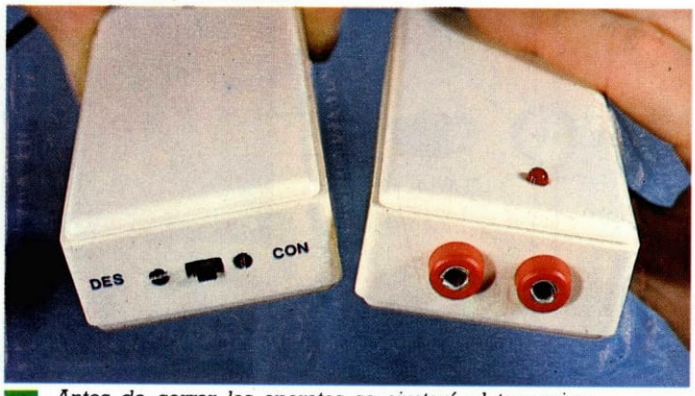
7 *Antes de ajustar el transmisor es necesario construir el receptor. Al igual que en el caso anterior se comenzará el montaje con las resistencias, siguiendo por los diodos. El diodo Zener utilizado en el receptor es de 5,1 V.*



8 *El zócalo para el circuito integrado se ubicará de forma que su muesca coincida con la impresa en la serigrafía, que posteriormente se hará coincidir con la del circuito integrado. En este paso se soldará también el portafusible.*



11 *Para instalar el triac se procederá de la siguiente manera: 1. Se insertan las patillas en la placa. 2. Se curva hacia atrás. 3. Se introduce el radiador y se atornilla fuertemente. 4. En último lugar se realizan las tres soldaduras.*



12 *Antes de cerrar los aparatos se ajustará el transmisor. Los cables de conexión a la red salen por la parte posterior. En los bornes de color rojo se enchufará la carga a controlar, que será de igual tensión que la red a la que se conecte el aparato.*

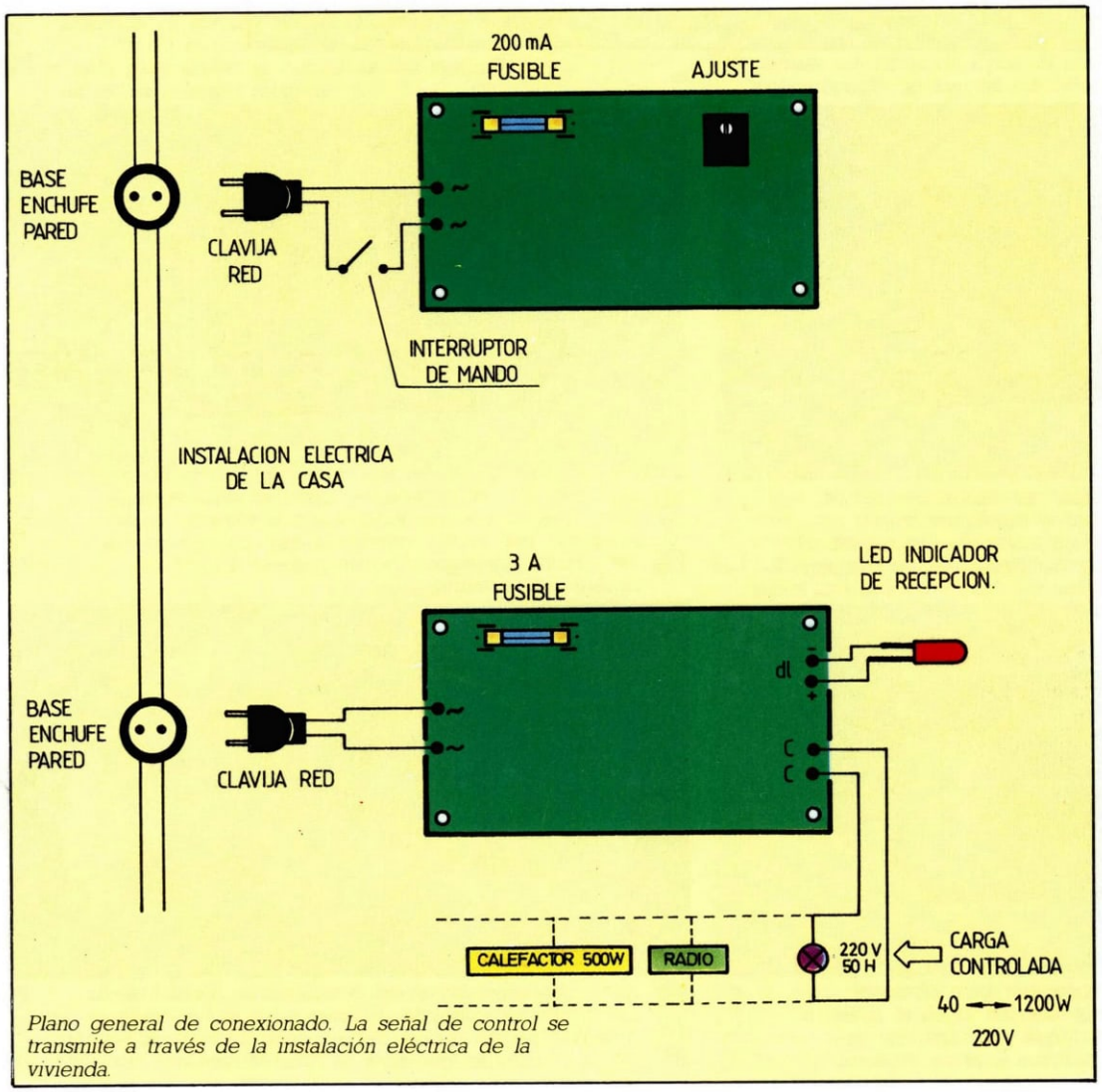
LISTA DE COMPONENTES

EQUIPO EMISOR (circuito impreso TD49/A).

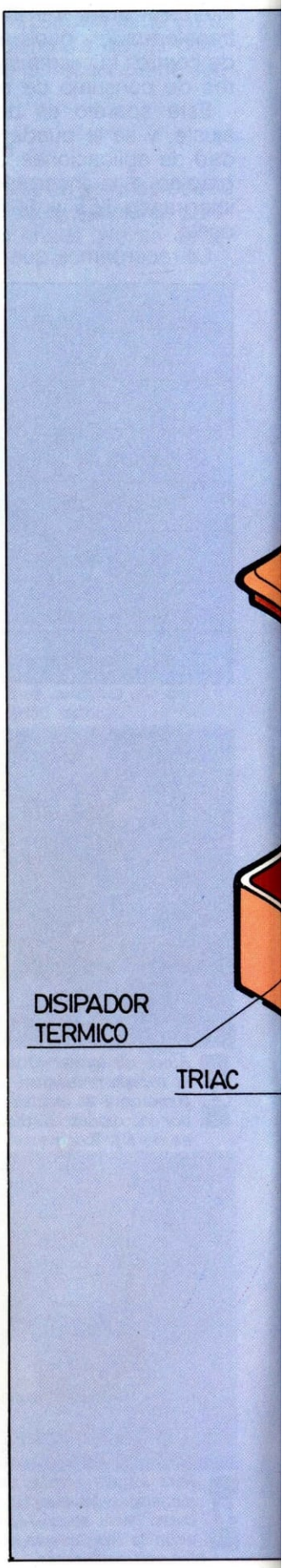
R1-Resistencia 150 K 1/4 W (marrón, verde, amarillo).
R2-Resistencia 33 Ω 1 W (naranja, naranja, negro).
R3-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R4-Resistencia 820 Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R5-Resistencia 220 Ω 1/4 W (rojo, rojo, marrón).
R6-Resistencia 1 K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
P1-Potenciómetro ajustable horizontal 10 K.
C1-Condensador 1 μF poliéster, 400 V.
C2-Condensador 1.000 μF electrolítico axial, 16 V.
C3-Condensador 1n8 cerámico.
C4-Condensador 100 nF cerámico.
D1-Diodo de silicio 1N4004 ó 1N4007.
DZ-Diodo Zener 12 V 1/2 W.
T1-Transistor NPN tipo 2N2222.
IC1-Circuito integrado tipo NE 555 o equivalente.
— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 1 portafusible para circuito impreso.
— 1 fusible 200 mA.
— 1 conmutador deslizante miniatura.
— 2 terminales tipo espadín para circuito impreso.
— 2 tornillos 15 mm con tuercas 3 mm de diámetro.
— 2 tornillos de 5 mm con tuercas de 2 mm de diámetro.
— 1 cable de red con clavija.
— 1 caja PP4.

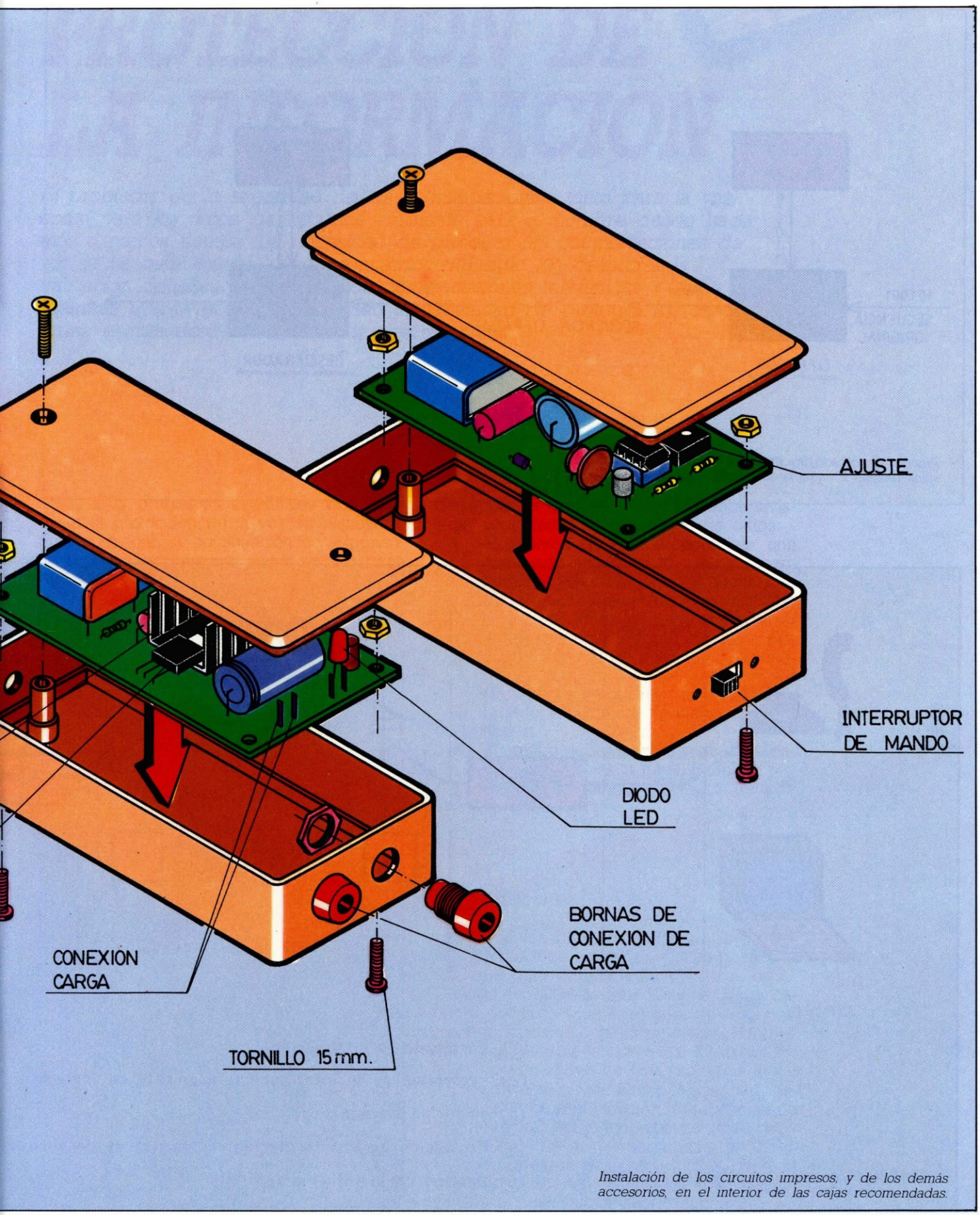
EQUIPO RECEPTOR (circuito impreso TD49/B)

R1-Resistencia 150 K 1/4 W (marrón, verde, amarillo).
R2-Resistencia 33 Ω 1 W (naranja, naranja, negro).
R3-Resistencia 3K3 Ω 1/4 W (naranja, naranja, rojo).
R4-Resistencia 120 Ω 1/4 W (naranja, rojo, marrón).
R5-Resistencia 82 kΩ 1/4 W (gris, rojo negro).
C1-Condensador 1 μF poliéster, 400 V.
C2-Condensador 1.000 μF electrolítico axial, 16 V.
C3-Condensador 1n8 cerámico.
C4-Condensador 22 nF cerámico.
C5-Condensador 4n7 cerámico.
C6-Condensador 33 pF cerámico.
C7-Condensador 100 nF poliéster 400 V.
C8-Condensador 2,2 μF electrolítico radial, 63 V.
D1-Diodo de silicio 1N4004 ó 1N4007.
DZ-Diodo Zener 5,1 V 1/2 W.
— 1 triac tipo TIC226.
— 1 radiador para cápsula TO-220.
— 1 circuito integrado NE567.
— 1 diodo led rojo 5 mm de diámetro.
— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 1 portafusible para circuito impreso.
— 1 fusible de 2 a 6 A (según disipador).
— 2 conectores 4 mm de diámetro para panel.
— 6 terminales tipo espadín para circuito impreso.
— 2 tornillos de 15 mm con tuercas de 2 mm de diámetro.
— 1 cable de red con clavija.
— 1 caja PP4.

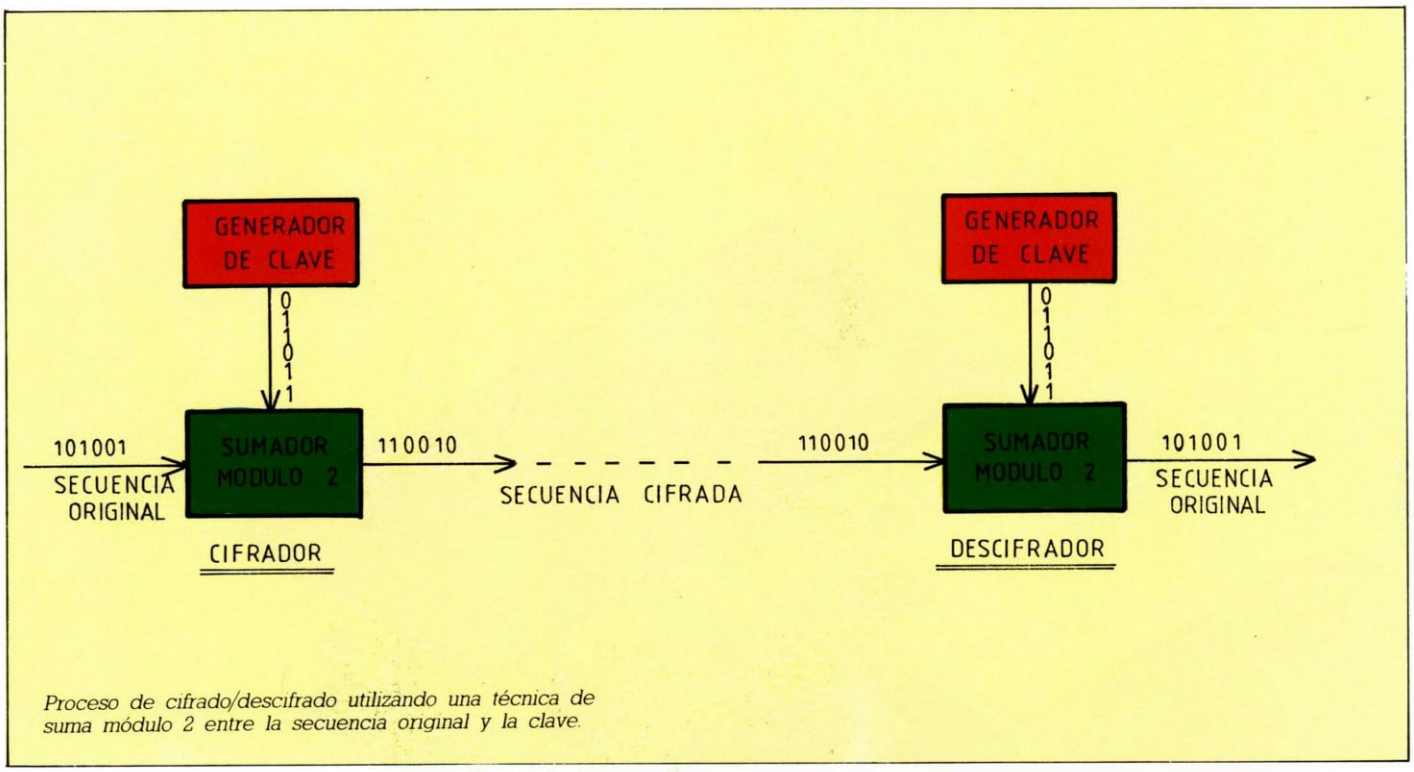


Plano general de conexionado. La señal de control se transmite a través de la instalación eléctrica de la vivienda.

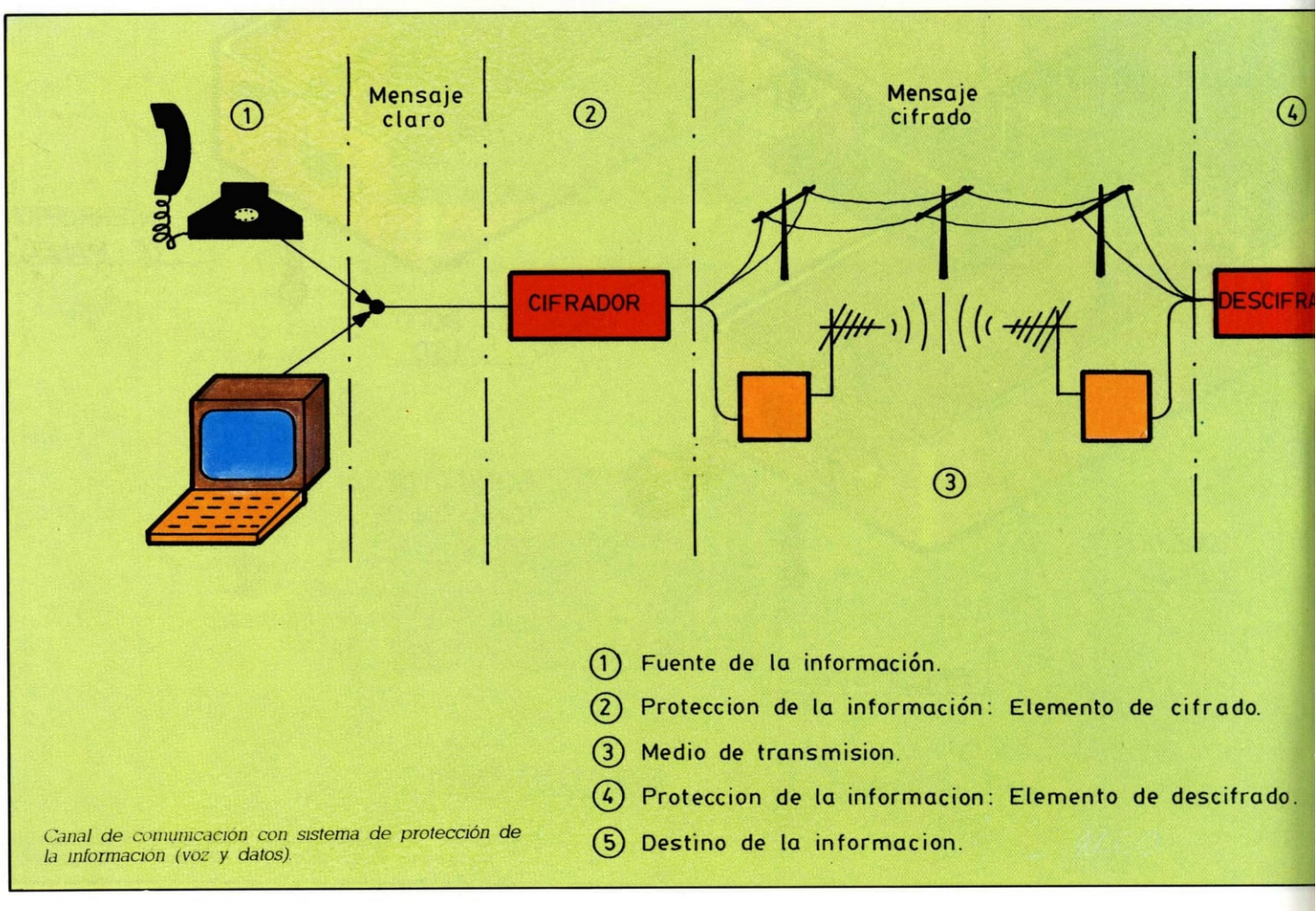




Instalación de los circuitos impresos, y de los demás accesorios, en el interior de las cajas recomendadas.



Proceso de cifrado/descifrado utilizando una técnica de suma módulo 2 entre la secuencia original y la clave.



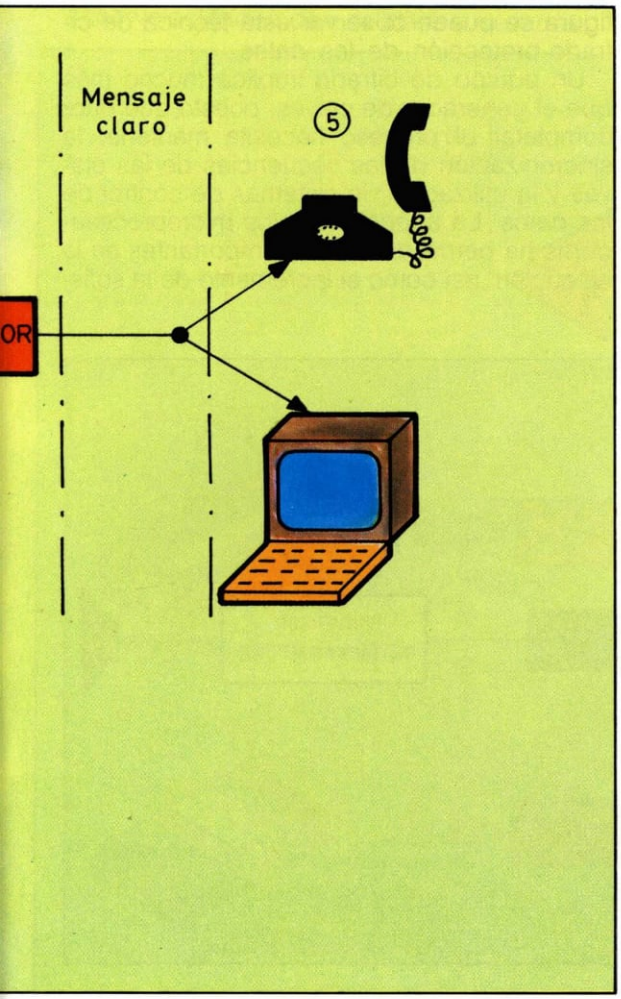
Canal de comunicación con sistema de protección de la información (voz y datos).

PROTECCION DE LA INFORMACION

El problema de la seguridad de las comunicaciones, tanto para la voz como para los datos, ha sido una constante para el hombre desde hace más o menos tiempo. La necesidad de proteger las comunicaciones de voz se ha manifestado desde comienzos del siglo XX, debido a la utilización de eficaces circuitos de comunicaciones telefónicas y radio, mientras que el hombre ha sentido la necesidad de proteger los datos en forma escrita desde hace más de dos mil años.

Los problemas especiales que presenta la protección de la voz se discutirán posteriormente. A continuación se exponen los requisitos fundamentales que debe satisfacer un sistema de protección de datos:

1. El sistema debería proporcionar una adecuada seguridad, lo que no depende de la naturaleza de los datos, sino de la posible «amenaza», es decir, de la capacidad de interceptar y analizar la transmisión. Sistemas que hace cincuenta años se pensaba que eran altamente seguros, hoy día pueden ser descifrados en cuestión de minutos utilizando técnicas de análisis por ordenador.
2. El equipo debería ser fácil de usar, para evitar errores o infrautilización.
3. Debería ser también fiable a la hora de su utilización.



Soluciones

Uno de los primeros sistemas de protección (cifrado) de datos fue el alfabeto de César, que data de alrededor del 70 a. de C. Cuando se utilizaba este sistema, cada carácter del texto (mensaje) original —normalmente al mensaje original se le suele denominar como mensaje en clave— era reemplazado por otro carácter de acuerdo a una tabla.

Este sistema ofrece escasa seguridad, determinada por la estadística de repetición de los caracteres en el lenguaje del texto original, puesto que al mismo carácter en dicho texto le corresponde —es sustituido por— el mismo carácter del texto cifrado (sistemas de cifrado por sustitución monoalfabéticos).

Mayor seguridad ofrecen los sistemas polialfabéticos, en los que existen varios alfabetos para cifrar un texto en clave, eligiéndose éstos en función de una clave.

Una mejora substancial en la seguridad fue obtenida utilizando sistemas en los que la longitud de la clave era igual a la longitud del mensaje. Así, para reproducir el mensaje es necesario disponer de una copia de la clave utilizada.

Para un aprovechamiento eficaz de este tipo de sistemas se necesitan técnicas de cifrado/descifrado de datos en tiempo real, lo cual exige la rigidez de sincronización entre el texto cifrado y la clave.

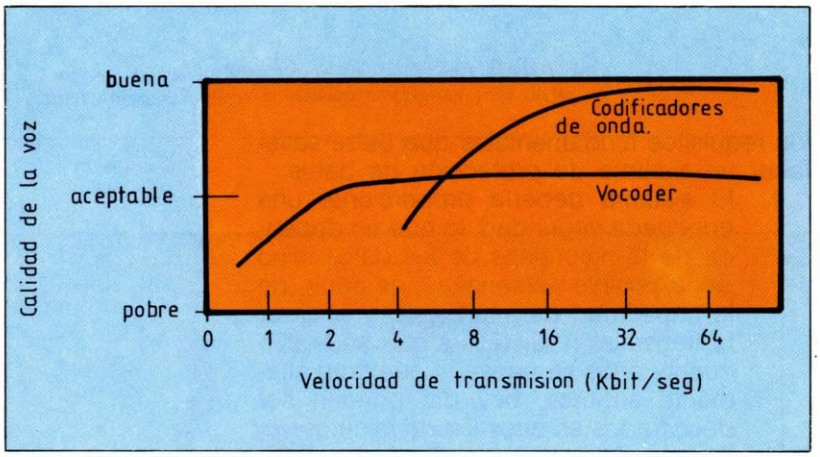
Equipos electrónicos de cifrado

El objeto de que una máquina de cifrado sea mecánica o electrónica no consiste tanto en mejorar la seguridad ofrecida por los sistemas antes mencionados como en facilitar el uso de dichas técnicas. Si bien, todavía se utilizan máquinas de cifrado mecánicas, han sido ampliamente sobrepasadas por los sistemas electrónicos, que pueden ser diseñados para ofrecer una alta seguridad, más facilidades para el usuario y mejora en la fiabilidad.

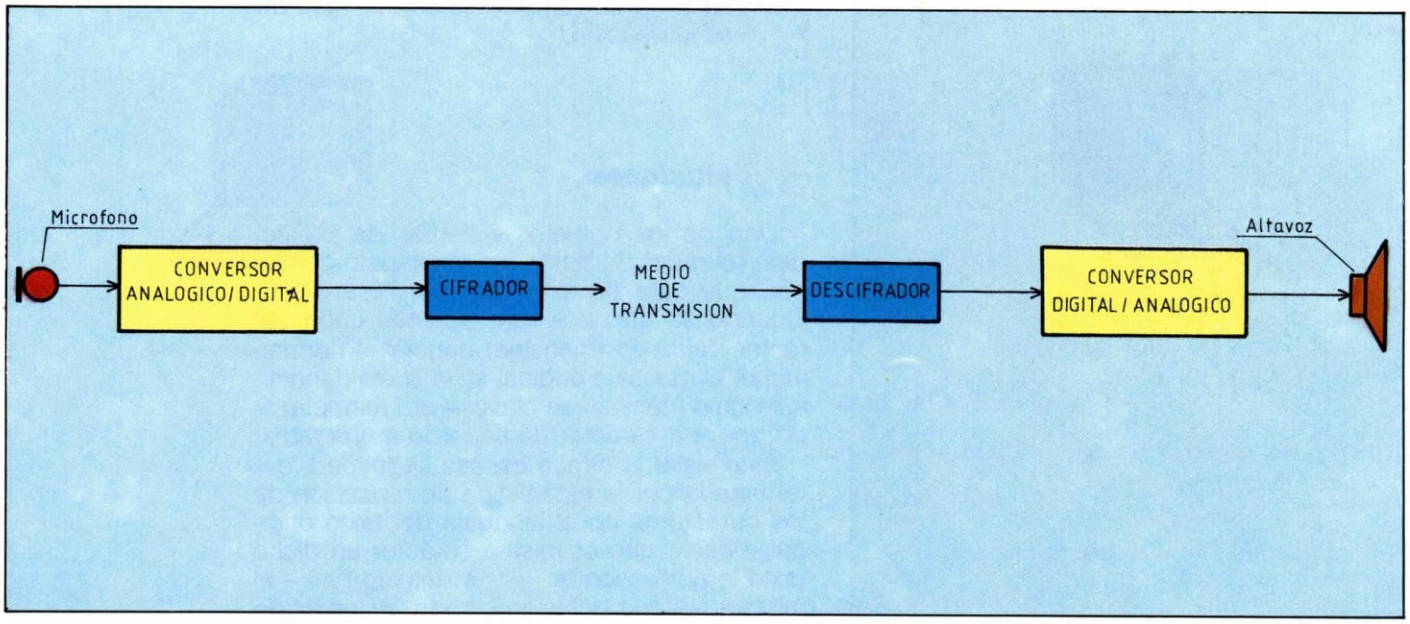
Aunque existen diferentes técnicas que pueden usarse para cifrar los datos en máquinas de cifrado electrónico, es interesante destacar los sistemas de adición de secuencias de bits, que son los que tienen una aplicación más general.

En estos sistemas, el texto en clave se codifica de forma que obtenemos una secuencia de «1» y «0», lo cual se suma en forma binaria a una clave, obteniéndose la señal cifrada. Esta adición se denomina *suma módulo 2*, y consiste en que bits iguales tienen por suma «0» y bits distintos dan por resultado «1». Para el descifrado de la secuencia se procederá a la sustracción de la clave utilizada en el proceso de cifrado. La *suma módulo 2* tiene la propiedad de que la adición y la sustracción son intercambiables, de manera que a la hora de descifrar haremos de nuevo la suma con la clave usada. En la figura se puede observar esta técnica de cifrado-protección de los datos.

Un equipo de cifrado implica mucho más que el generador de claves, puesto que para completar el proceso necesita mantener la sincronización de las secuencias de las claves y la utilización de sistemas de control de los datos. La aparición de los microprocesadores ha permitido mejoras importantes en la ejecución, así como el incremento de la sofis-



Gráfica comparativa de la calidad de voz entre los vocoders *y los codificadores de onda, que presentan una calidad buena a velocidades altas y medias.*



Principio del cifrado digital de voz.

ticación de los equipos, con el fin de mejorar la fiabilidad de los mismos.

Protección de la voz

Las características del canal de transmisión tienen una gran influencia en la elección del apropiado proceso de cifrado de la voz. La principal consecuencia es la existencia de dos métodos completamente diferentes: cifrado digital y analógico de la voz.

1. *Cifrado digital de la voz*

Pueden utilizarse, naturalmente, las mismas técnicas para cifrar cualquier tipo de datos, con la condición de que previamente hayan sido convertidos a una secuencia binaria; la voz es una posible fuente de datos. Para ello ha de ser convertida en una secuencia binaria aplicándola a un apropiado conversor analógico/digital, para ser posteriormente cifrada con las técnicas mencionadas en el apartado anterior.

El factor más importante que proporciona la calidad de voz alcanzable en un sistema como éste es la velocidad de digitalización de los conversores analógico/digital y digital/analógico.

Altas velocidades dan calidades elevadas, pero son más complejas a la hora de la transmisión. Así, velocidades de 16 Kbits/seg. (16.000 bits/seg.) proporcionan una adecuada calidad para el reconocimiento de la voz. Por otro lado, 16 Kbits/seg. es la velocidad más alta que puede emplearse en canales de 25 kHz utilizados en radios de VHF o UHF.

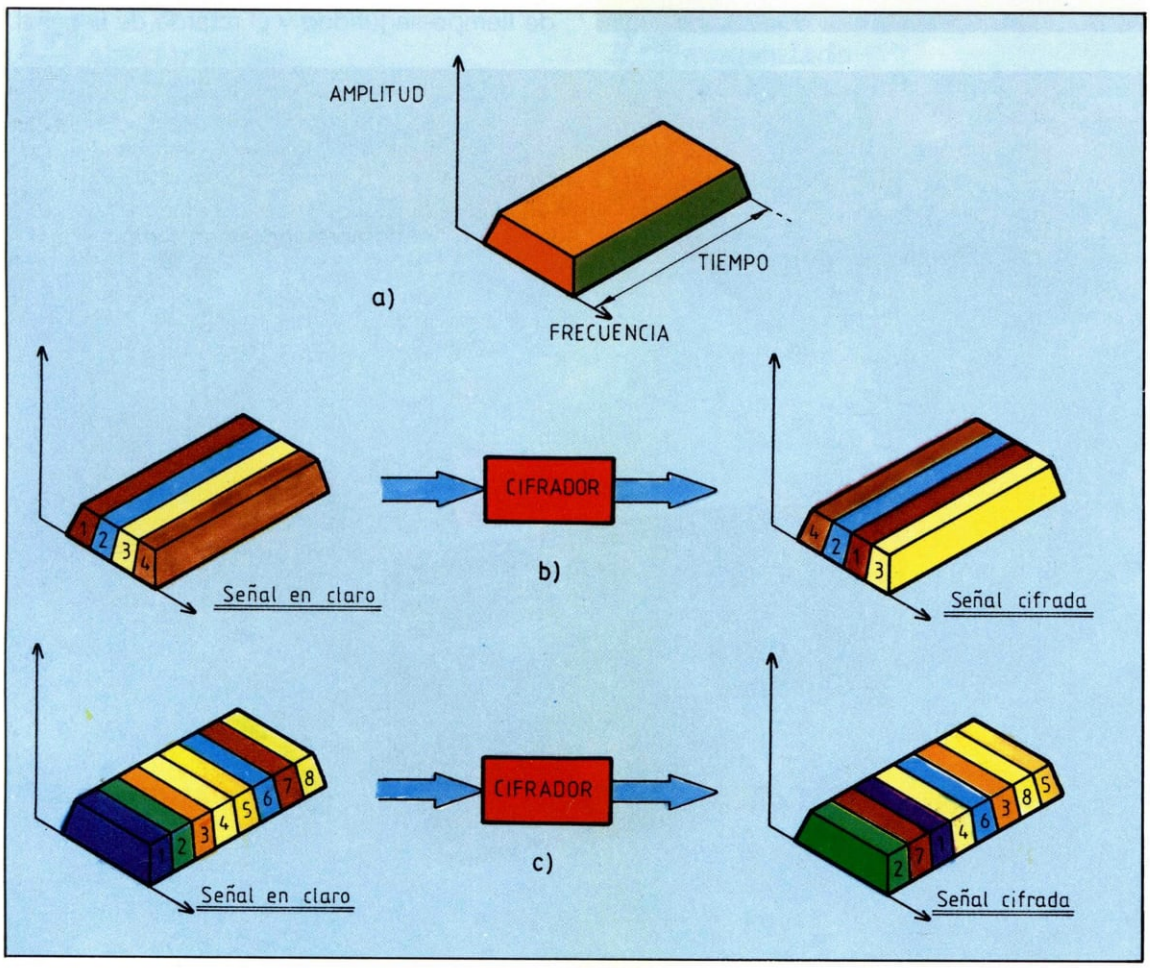
Velocidades de orden de 2,4 Kbits/seg. son posibles sobre canales de ancho de banda vocal normalizado. Sin embargo, la reducción de la velocidad requiere un análisis de la voz en tiempo real para obtener sus parámetros básicos. Los sistemas que realizan este tipo de funciones son los llamados *Vocoder*. Son sistemas de gran complejidad, elevado coste y de gran tamaño.

2. *Técnicas analógicas*

El cifrado de la voz utilizando técnicas analógicas se fundamenta en la correlación de los tres parámetros que caracterizan a la señal vocal: frecuencia, tiempo y amplitud.

Las señales vocales se pueden representar gráficamente haciendo uso de un esquema tridimensional con la frecuencia, el tiempo y la amplitud (espectro de la señal).

Para obtener un cifrado de la voz no tenemos más que realizar una conversión de la relación entre los tres parámetros de la voz



Métodos de cifrado analógicos. En a *se indica el espectro de una señal. En* b *se muestra un método de cifrado en el dominio de la frecuencia, donde el espectro se ha dividido en 4 subbandas. Por último, el cifrado en el dominio del tiempo se indica en* c, *en donde se ha tomado un período de tiempo y se ha dividido en 8 elementos.*

de acuerdo con unas reglas específicas. Interesa destacar al respecto el cifrado en el dominio de la frecuencia y el cifrado en el dominio del tiempo.

Cifrado en el dominio de la frecuencia

El mensaje cifrado se obtiene subdividiendo el espectro de la señal en claro en un número determinado de subbandas; posteriormente se combinan de forma que cambie su orden inicial. Durante el descifrado se realiza el proceso contrario. Así, si dividimos en 4 subbandas el espectro de la señal, obtendremos un número de posibilidades diferentes igual a:

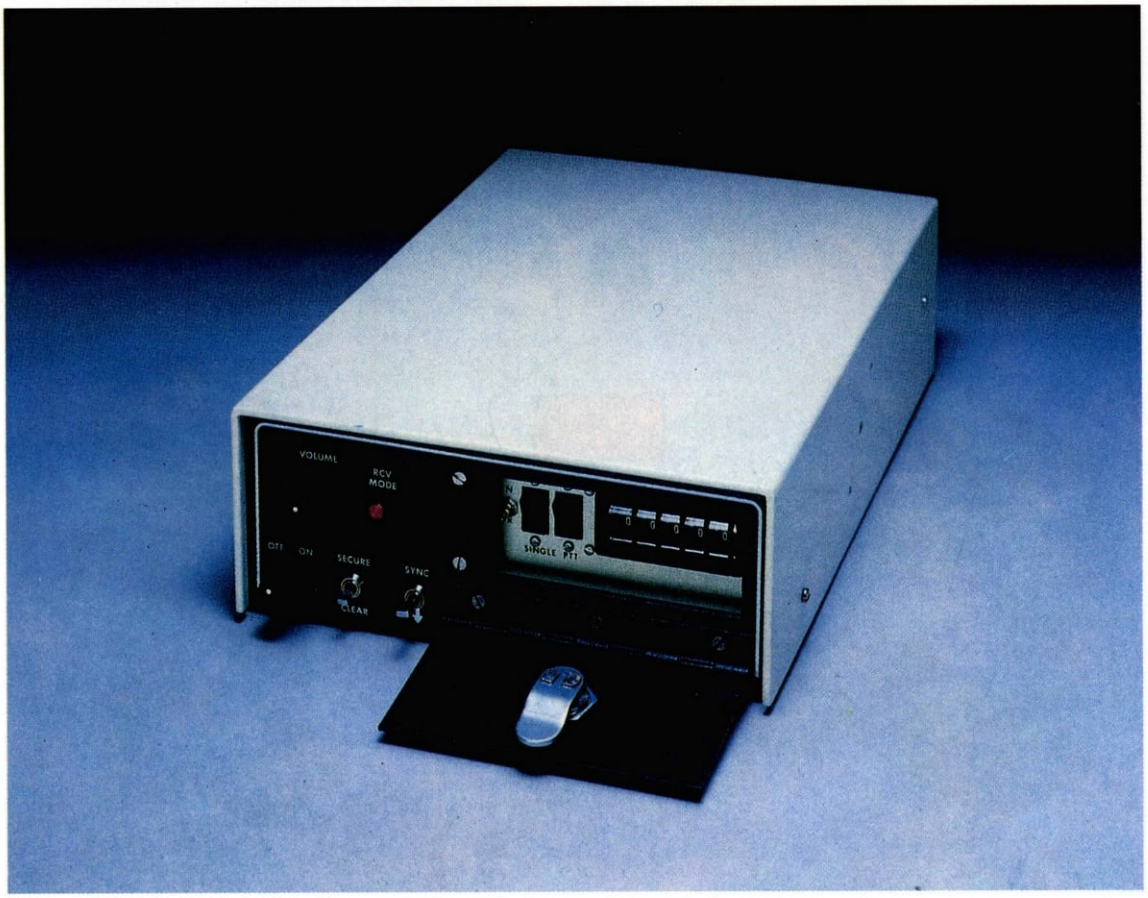
$$41 \times 2^4 = (4 \times 3 \times 2 \times 1) \times 16 = 384$$

Operador manipulando un equipo militar de comunicaciones seguras. Los equipos se encuentran instalados en el interior de un vehículo todoterreno.

Cifrado en el dominio del tiempo

Un método básico de cifrado en el dominio del tiempo consiste en la combinación de elementos de tiempo. La señal de voz se divide en elementos de tiempo, los cuales son combinados de acuerdo a un código determinado. En el equipo descifrador se realiza el proceso inverso para obtener la señal en clave. La seguridad de este método crece con el número de elementos de tiempo. Sin embargo, esto puede llevar a un aumento en el retardo de la señal al haber más elementos que procesar.

La calidad de un método como éste será un compromiso entre el número de elementos de tiempo-seguridad y el retardo de la señal.



Equipo para comunicaciones vocales seguras, en el que se aprecia el selector de claves.

NE567

El circuito integrado NE567 es un decodificador de tono y frecuencia que contiene un circuito PLL (Phase-Locked-Loop) altamente estable, con un bucle de detección síncrona de AM y circuito de salida de potencia.

Su función principal es excitar cargas

siempre que la frecuencia recibida se mantenga dentro de la banda de detección, y aplicada en la entrada, que está autopolarizada.

La frecuencia central, el ancho de banda y el retardo en la salida se fijan por medio de cuatro componentes exteriores.

Características

Banda de frecuencias amplia (0,01 Hz a 500 kHz).

Frecuencia central muy estable.

Ancho de banda ajustable (hasta el 14 %).

Rechazo alto frente al ruido y señales fuera de banda.

Salida lógica compatible capaz de absorber 100 mA.

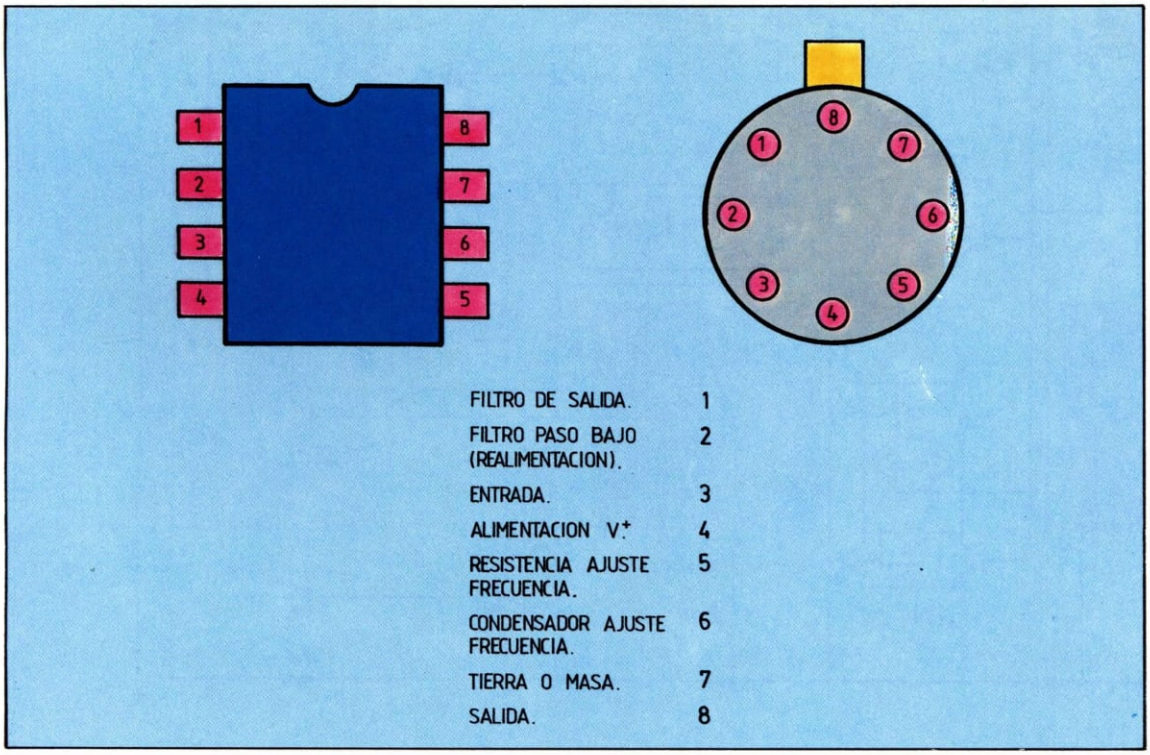
Inmunidad contra señales falsas.

Ajuste de frecuencia superior a 20 a 1 con una única resistencia exterior.

Utilizable en aplicaciones militares.

Encapsulado

Se presenta principalmente en dos tipos de cápsula, dual-in-line de 8 patillas y la metálica tipo TO-99, también de 8 patillas.



Encapsulados.

Valores límite de funcionamiento

Tensión de alimentación: 10 V.
Tensión positiva en la entrada: 0,5 + V_s
Tensión negativa en la entrada: − 10 V
Tensión de salida (colector del transistor de salida): 15 V
Temperatura de funcionamiento:
NE567: 0 a 70 °C
SE567: − 55 a 125 °C
Tmperatura de almacenamiento: − 65 a 150 °C
Potencia disipada: 300 mW

Consejos de utilidad

En primer lugar se recomienda la utilización de alimentación estabilizada de 5,0 V, que además de hacerlo compatible con TTL logra un funcionamiento más estable.

La frecuencia del oscilador interno se ajusta por medio de la resistencia R1 y del condensador C1. Para R1 se aconsejan valores comprendidos entre 2K y 20K para asegurar una buena estabilidad térmica.

$$f_o = \frac{1,1}{R1 \cdot C1}$$

El condensador C2 forma parte del filtro del PLL, y determina el ancho de banda.

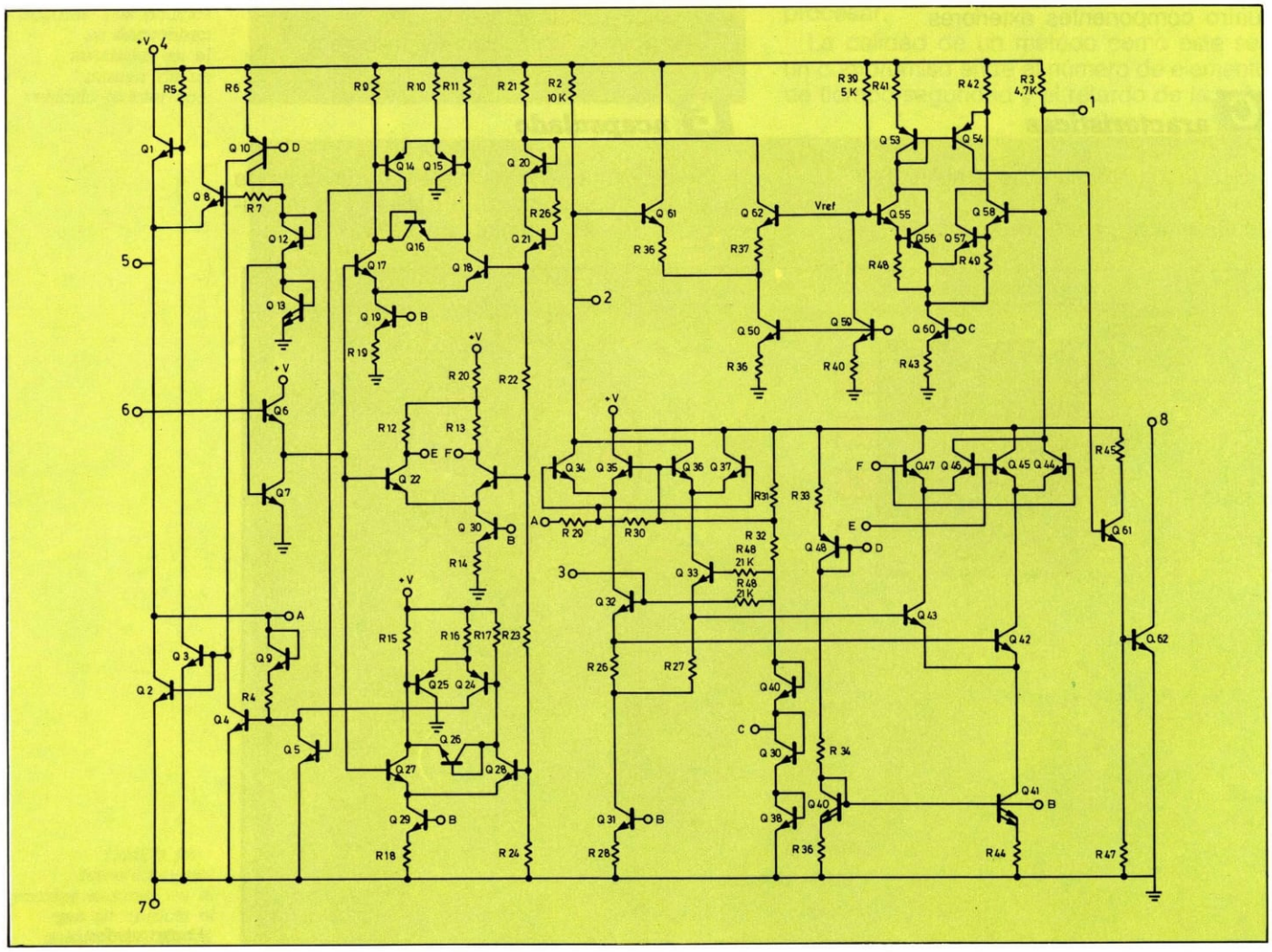
$$BW = 1.070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o\ C2}} \text{ en \% de } f_o$$

($V_i \leq 200$ mV rms)

El condensador C3 corresponde al filtro de salida; con valores elevados se obtiene un retardo en los cambios de estado de la salida,

FABRICANTES		
Signetics	NE567	SE567
National S.	LM567	

Esquema equivalente.



circunstancia que en algunos diseños se tiene en cuenta para evitar que el circuito se active debido a ruidos de corta duración dentro de la banda de detección.

Cuando en la entrada (patilla 3) no se reciben señales dentro de la banda de detección, la salida permanece en «1» lógico.

En la patilla 1 puede obtenerse una salida de audio si la portadora recibida ha sido previamente modulada en frecuencia.

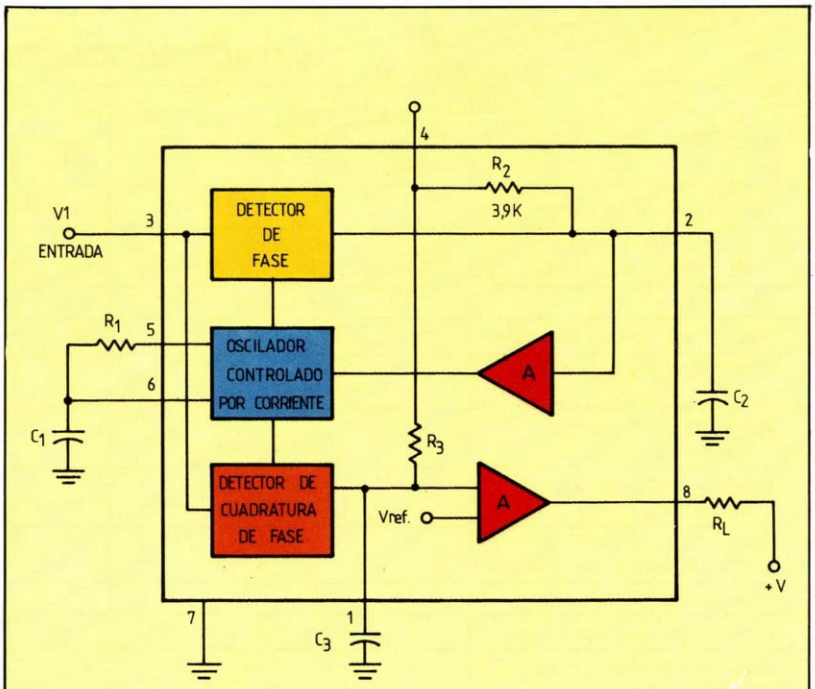
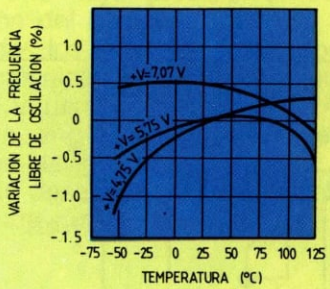


Diagrama de bloques del NE567.

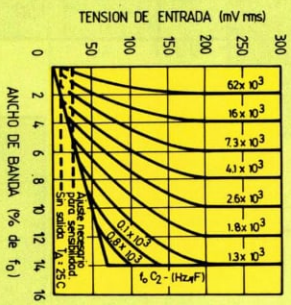
Aplicaciones

En general se utiliza en sistemas que necesitan una frecuencia estable, o la detección de un tono, incluso en situaciones en que la relación señal/ruido es mala.

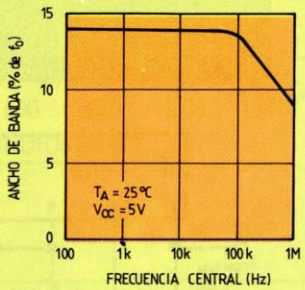
Puede utilizarse en circuitos de control de frecuencia, en sistemas de telemando para separación de tonos, en intercomunicadores y telemando a través de la red. También se puede utilizar como decodificador de «Touch-tone» (teclado telefónico), etc.



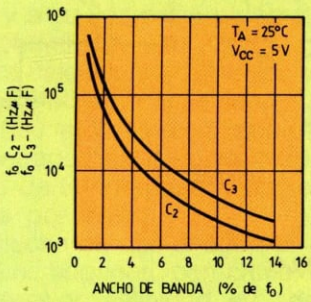
Variación de la frecuencia con la temperatura, utilizando la tensión de alimentación como parámetro.



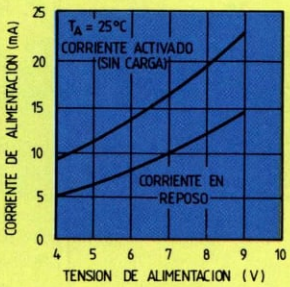
Influencia de la tensión de entrada en el ancho de banda.



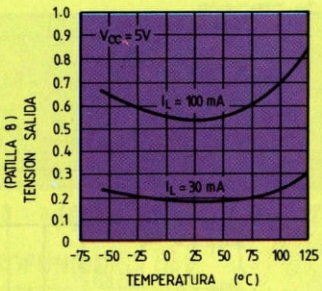
Ancho de banda máximo en función de la frecuencia.



Ancho de banda de detección en función de C2 y C3.



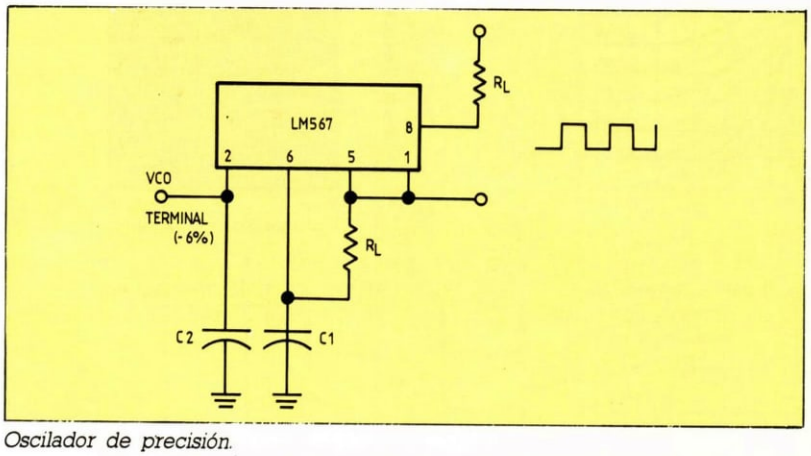
Corriente de alimentación en función de la tensión de alimentación.



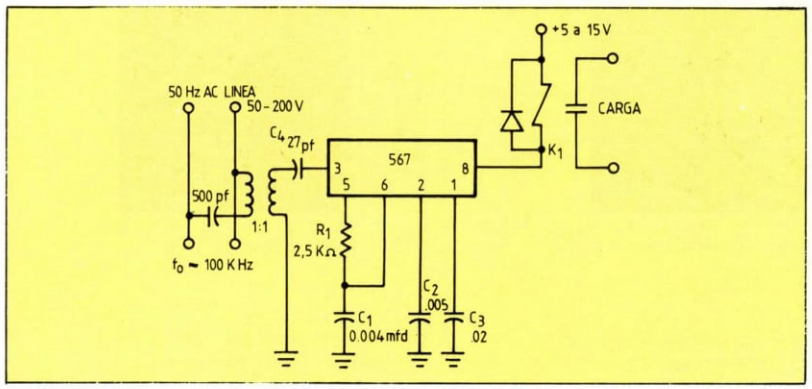
Tensión de salida típica en función de la temperatura.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

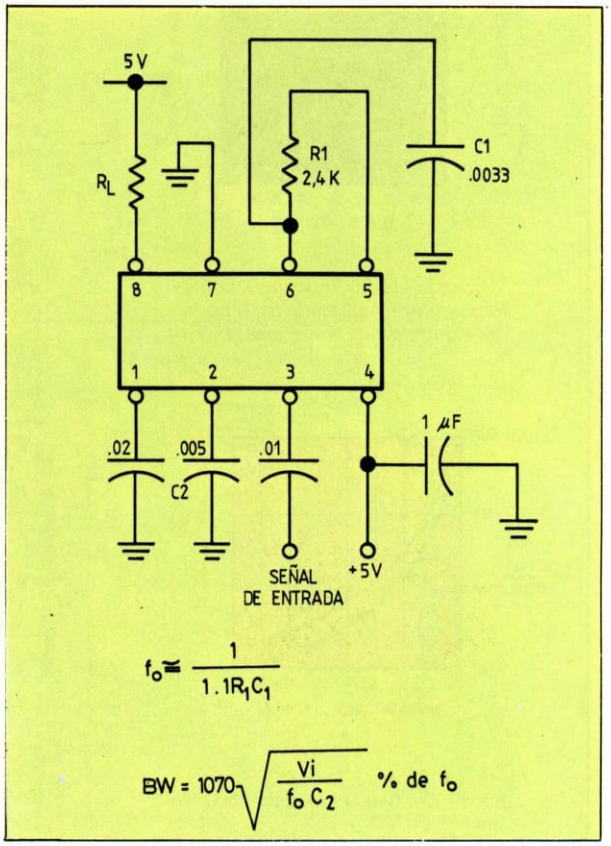
PARAMETRO	CONDICIONES DE MEDIDA $V_{alimentación}$ 5,0 V Temperatura 25 °C	SE567			NE567			Unidades
		Mín.	Tip.	Máx.	Mín.	Tip.	Máx.	
Tensión de alimentación		4,75		9,0	4,75		9,0	V
Consumo de corriente Consumo de corriente	en reposo activado (R_L = 20K)		6 11	8 13		7 12	10 15	mA mA
Disipación	en reposo		30			35		mW
Frecuencia central máxima		100	500		100	500		kHz
Estabilidad de f. central	− 55 a + 125 °C 0 a + 70 °C		35± 140 35 ± 60			 35 ± 60		ppm/°C ppm/°C
Variación de f. central con la $V_{alimentación}$	f_o = 100 kHz		0,5	1		0,7	2	%/V
Máximo ancho de banda de detección	f_o = 100 kHz	12	14	16	10	14	18	% de f_o
Desviación del máximo ancho de banda de detección			2	4		3	6	% de f_o
Impedancia de entrada			20			20		kπ
Mínima entrada detectable	I_L = 100 mA; $f_i = f_o$		20	25		20	25	mV(rms)
Máxima entrada que no activa la salida	I_L = 100 mA; $f_i = f_o$	10	15		10	15		mV(rms)
Corriente de salida	Salida «1»		0,01	25		0,01	25	kΩ
Tensión de salida Tensión de salida	I_L = 30 mA I_L = 100 mA		0,2 0,6	0,4 1,0		0,2 0,6	0,4 1,0	V V
Tiempo de bajada	R_L = 50		30			30		ns
Tiempo de subida	R_L = 50		150			150		ns



Oscilador de precisión.



Control remoto a través de la red, por recepción de portadora.



Circuito básico de prueba.

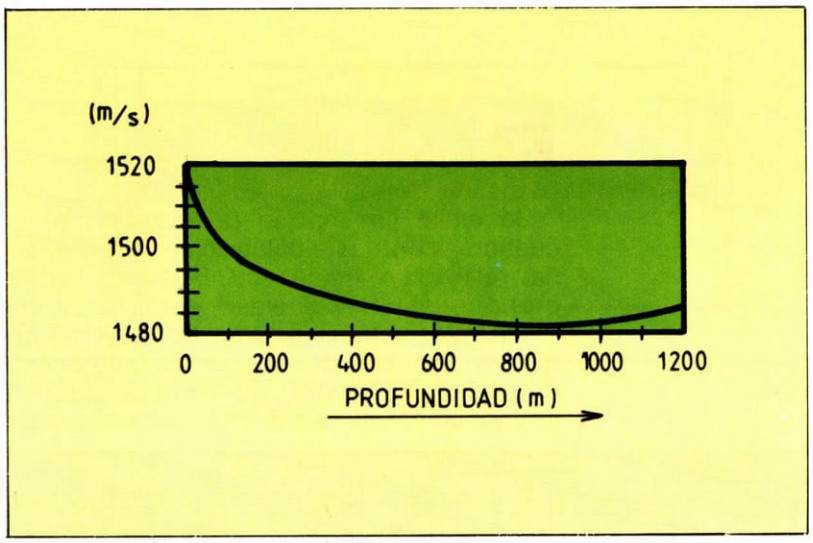
EL SONAR

Las ondas acústicas se propagan con facilidad a través del agua de mar, al contrario de lo que sucede con las ondas electromagnéticas habitualmente utilizadas en las transmisiones de radio, cuya propagación es imposible en este medio acuático.

Ya en el año 1912 se comenzaron las pruebas con equipos provistos de transductores electrodinámicos, que transmitían señales de frecuencia comprendida entre 500 y 1.000 Hz, para la comunicación entre navíos utilizando el código Morse.

Para frecuencias más elevadas se consiguen haces más estrechos que permiten obtener una mayor precisión en cuanto a la dirección del blanco.

Todos los sistemas destinados a este tipo de comunicación, o detección submarina, reciben la denominación de SONAR, siglas de origen anglosajón que corresponden a: SOund Navigation And Ranging. Estas técnicas se desarrollaron rápidamente durante la segunda guerra mundial.



Variación de la velocidad de propagación del sonido en el agua de mar, en función de la profundidad.

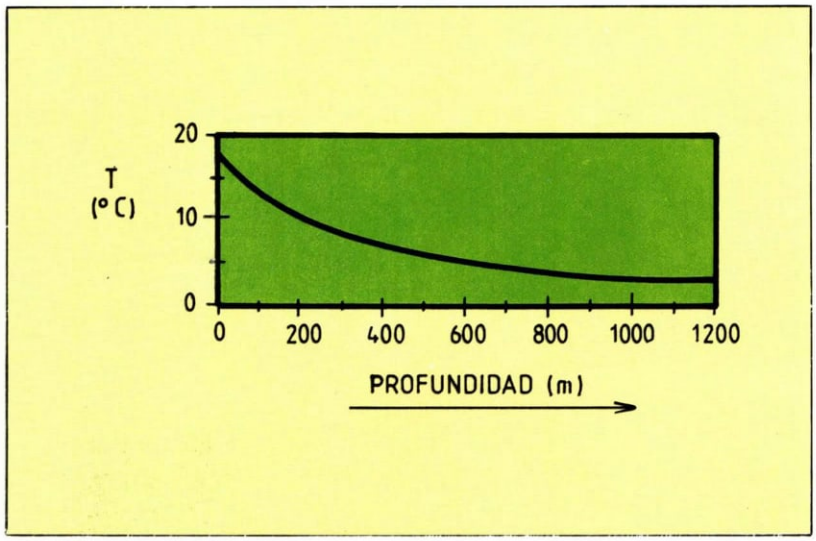
Generalidades

La velocidad del sonido en el agua de mar depende de la temperatura, presión y salinidad, y a su vez estos parámetros varían con la profundidad.

Para cálculos aproximados se puede tomar como velocidad del sonido en agua de mar la de 1.500 m/s., que es la típica en la superficie del agua en latitudes medias, para unos 13° C de temperatura, y una salinidad de 35 partes por millón.

El hecho de que el agua de mar no es una masa homogénea, con cambios de temperatura, presión, salinidad, etc., de unas zonas a otras, causa refracciones y reflexiones de la señal, produciendo fenómenos anómalos, al no realizarse la propagación en línea recta.

Algunas veces la trayectoria de la señal emitida se curva hacia la superficie, o hacia el fondo, dejando zonas de sombra, donde



Variación de la temperatura del agua de mar en función de la profundidad.

puede estar situado algún submarino, u otro obstáculo sin ser detectado.

En algunos casos las señales emitidas en zonas profundas con temperatura uniforme de unos 4 °C, y con un determinado ángulo, se curvan de manera que nunca llegan a la superficie, ni al fondo, propagándose a larga distancia dentro de lo que se llaman *canales sonoros*. Estos canales también pueden formarse a bajas profundidades, siempre que se cumplan ciertas condiciones, como puede ser la existencia de capas isotermas.

Los componentes de baja frecuencia de las señales sonoras originadas por cargas explosivas pueden propagarse a distancias de 3.000 km, tardando alrededor de una hora en recorrer el canal sonoro.

La estructura básica de los transductores utilizados puede considerarse en primera aproximación similar a la de un micrófono o altavoz, pero con un diseño especial para poder trabajar sumergido. Reciben el nombre genérico de *hidrófonos*.

Sonares de eco de alcance

Se emite un impulso de duración Δt, y cuando alcanza un obstáculo se crea una señal reflejada llamada *eco*. Este impulso se propaga a una velocidad aproximada de 1.500 m/s., y transcurre un tiempo t desde que es emitido hasta que es captado el eco de ese mismo impulso. Por tanto tarda t/2 en ir, y t/2 en volver; la distancia entre el emisor y el blanco se calcula mediante la expresión:

$$d = \frac{t}{2} \cdot v \qquad (v = 1.500 \text{ m/s})$$

Para que sea posible separar dos ecos próximos, deben estar separados al menos:

$$\text{Separación mínima} = v \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

Se obtendrá el eco máximo cuando el eje del transductor esté centrado en el blanco.

Las frecuencias utilizadas en estos equipos suelen estar próximas a 1 kHz con el fin de que los ecos sean directamente audibles. Cuando se utilizan frecuencias que están por encima de la gama audible es necesario combinar los ecos con la señal de un oscilador local para obtener una señal diferencia de una frecuencia audible.

También se utilizan sistemas de presentación con tubo de rayos catódicos, similares a los utilizados en los radares, o mejor aún, sistemas de presentación digital, que indican directamente distancia, dirección del blanco, y en algunos casos la velocidad y otros datos de interés.

La frecuencia recibida es ligeramente diferente a la emitida debido al efecto Doppler; esta diferencia de frecuencia es utilizada en algunos sistemas para calcular la velocidad del objeto detectado.

Las características básicas de un equipo de sonar de eco de alcance son las siguientes:

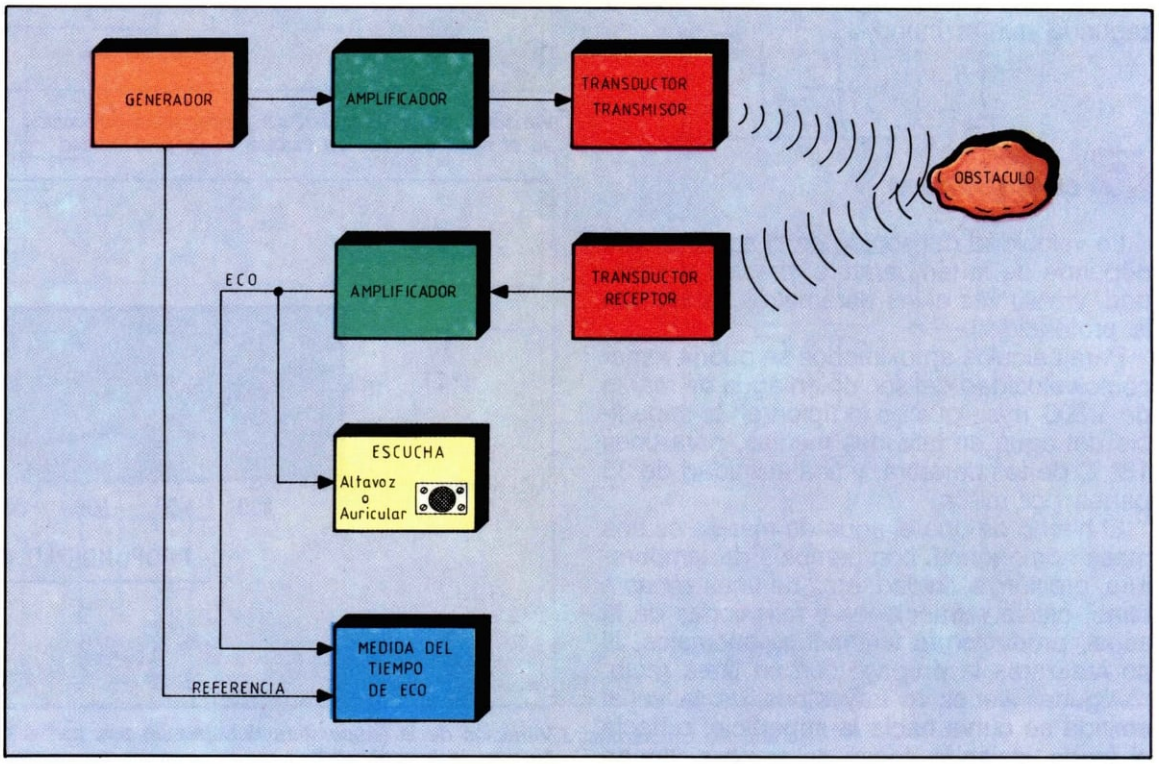


Diagrama de bloques simplificado de un sistema de detección submarina.

— Los equipos deben ser capaces de generar sonidos submarinos de suficiente nivel, para que el eco recibido sea superior al ruido de fondo.
— Debe poder medir el tiempo que tarda en regresar el impulso, y con este dato calcular la distancia al blanco, y expresarla en unidades de longitud.
— También se debe indicar con precisión (a ser posible menos de 1 grado) la dirección del blanco, y en los sistemas que sea posible dar indicación de la velocidad de desplazamiento del blanco.

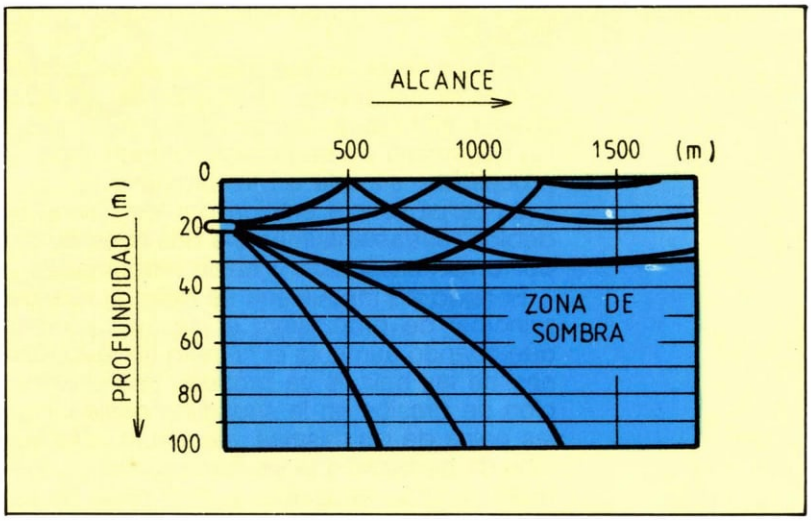
Sonares de escucha pasiva

Los sonares de eco de alcance tienen como inconveniente que el sonido emitido puede ser captado por un navío enemigo, lo que daría aviso de su presencia.

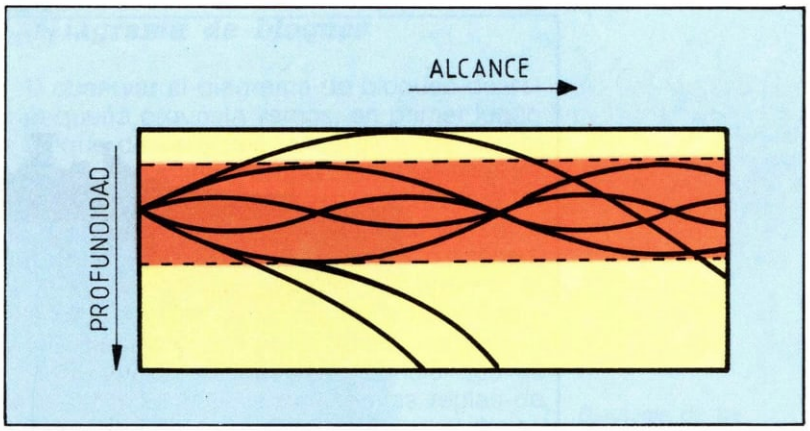
En los sonares de escucha pasiva, la señal captada es la emitida por el propio blanco. Las pérdidas de señal son menores, pues sólo recorre el camino en un sentido. El alcance depende del nivel de señal emitida por el blanco.

Las señales emitidas por los navíos, tanto de superficie como submarinos, navegando a la velocidad de crucero, son de tal magnitud que son detectables a distancias mayores que con un sonar de eco de alcance, pero estos sistemas pasivos solamente permiten conocer la dirección del blanco; la información de la distancia es muy poco fiable, y la velocidad, imposible de calcular.

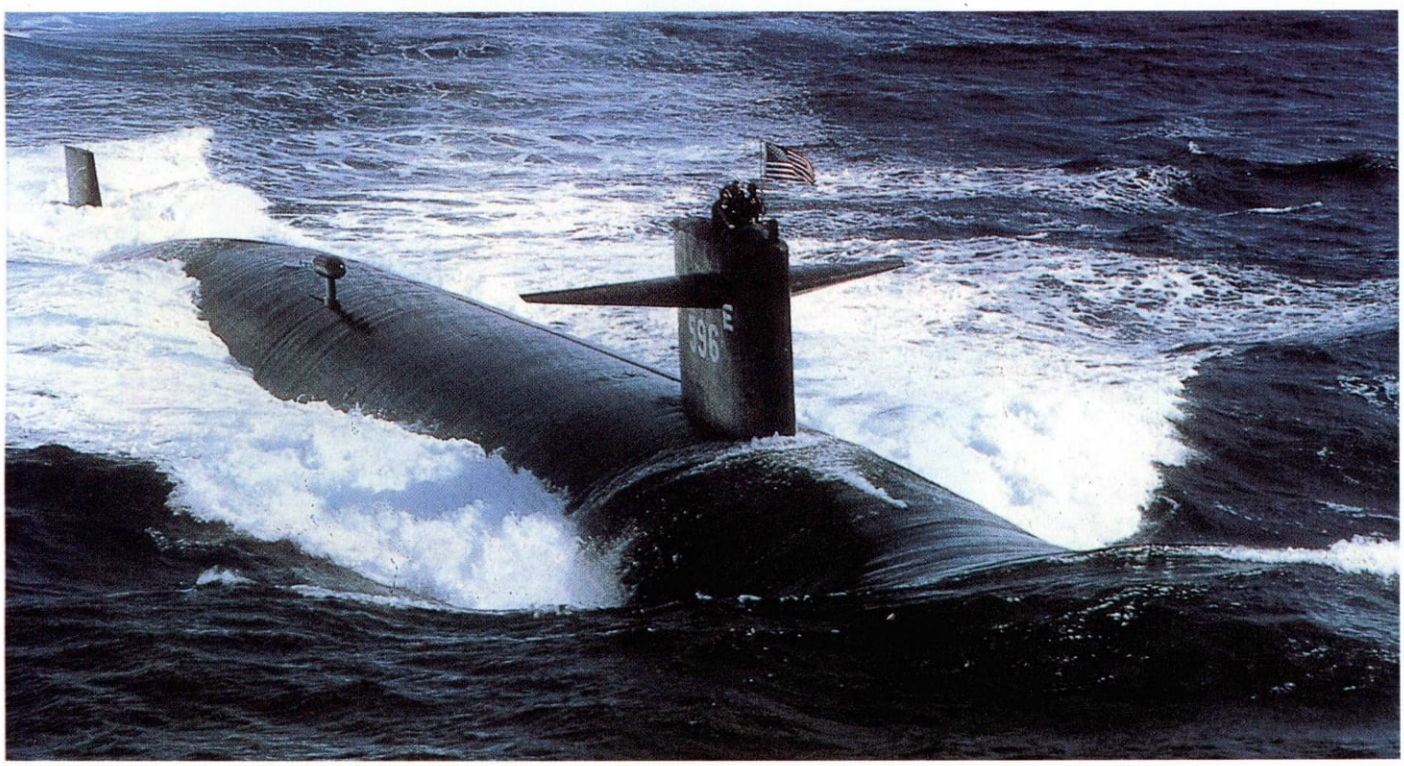
Este sistema es muy utilizado en submari-



Curvatura adquirida por las trayectorias de los rayos sonoros debida a fenómenos de refracción.



Bajo ciertas condiciones se forman canales sonoros que posibilitan la propagación del sonido a grandes distancias.



nos y en sistemas defensivos costeros y portuarios.

Existen sistemas basados en el lanzamiento desde aeronaves de boyas de escucha pasiva, que captan los sonidos submarinos y los transmiten vía radio hasta una estación de procesado, situada en la aeronave.

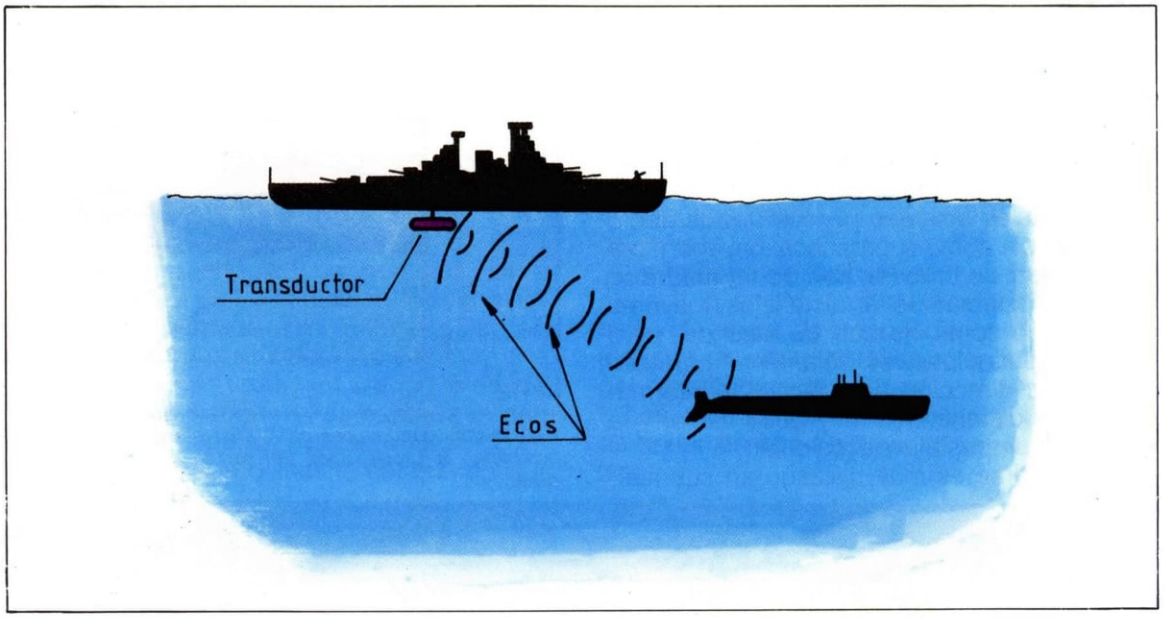
La señal sonora emitida por los navíos es debida fundamentalmente a dos tipos de ruido: el de cavitación y el de maquinaria.

El ruido de maquinaria se debe al sistema principal de propulsión; el de cavitación, a que cuando aumenta el número de revoluciones de las hélices se produce una disminución de presión en la superficie posterior de las palas de las mismas, causando la formación de burbujas que se destruyen poco después. A altas velocidades, este ruido es superior al de maquinaria, y disminuye con el aumento de presión, circunstancia por la cual los submarinos aumentan su profundidad para poder navegar a alta velocidad generando el menor ruido posible.

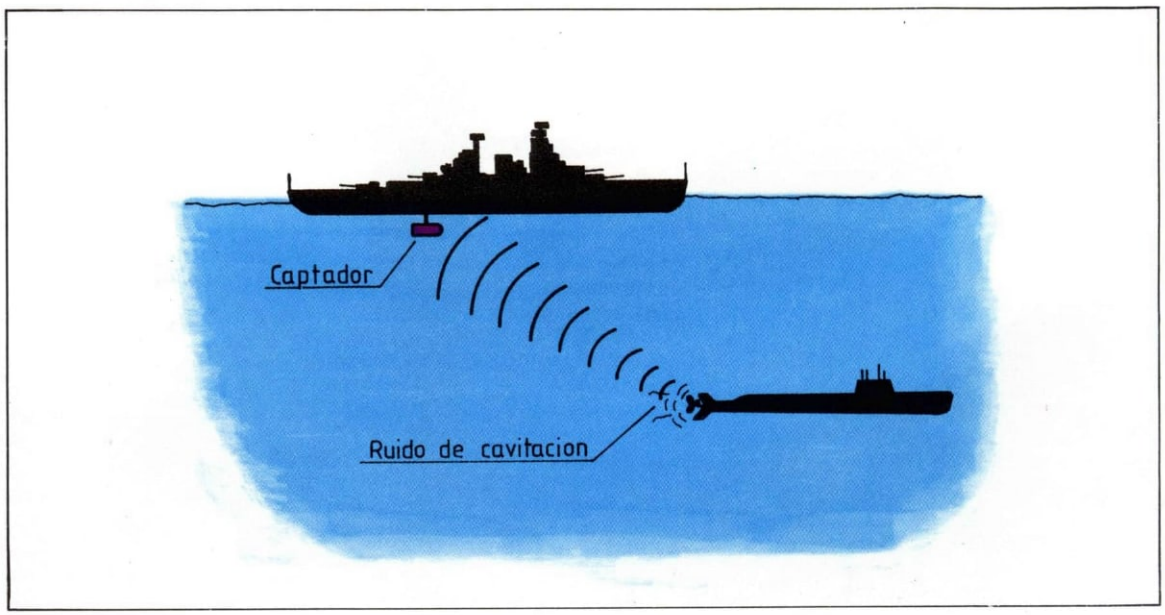
Otras aplicaciones

Los sistemas sonar no están restringidos al campo militar. Existen aparatos comerciales para la medida de profundidades, que facilitan la navegación en aguas poco profundas. También es posible establecer comunicaciones telefónicas hasta distancias de unos 20 km modulando una portadora de alrededor de 8 kHz.

Los buques pesqueros modernos incorporan sofisticados sistemas sonar que permiten la detección y seguimiento de los bancos de peces, evitando la pesca a ciegas, lo que supone un ahorro de combustible importante.



En un sonar de eco de alcance, el sonido tiene que recorrer dos veces la distancia que lo separa del blanco: una de ida y otra de vuelta.



Los sistemas de escucha pasiva captan principalmente el ruido de maquinaria producido por el sistema principal de propulsión, y el ruido de cavitación que producen las palas de las hélices al girar a gran velocidad.

MINIORGANO

Estamos seguros de que este pequeño órgano electrónico hará las delicias a quienes decidan construirlo. Posee un teclado sensorial y cuatro octavas completas, que le permiten generar multitud de sonidos, aunque la opinión que de él se formen familiares y vecinos dependerá exclusivamente de nuestra habilidad, y de lo intempestivo de las horas en las que decidamos practicar.

El «descanso digital» (o dactilar) está garantizado gracias a las excelentes características del teclado sensorial. No es preciso el uso de complicados artefactos ni engorrosos cables para ejercitarnos, ya que basta una leve caricia del teclado para obtener deliciosas melodías. El disponer de un teclado con tonos y semitonos, seleccionable a lo largo de cuatro octavas, garantiza la ejecución de cualquier obra, por muy «subida de tono» que sea.

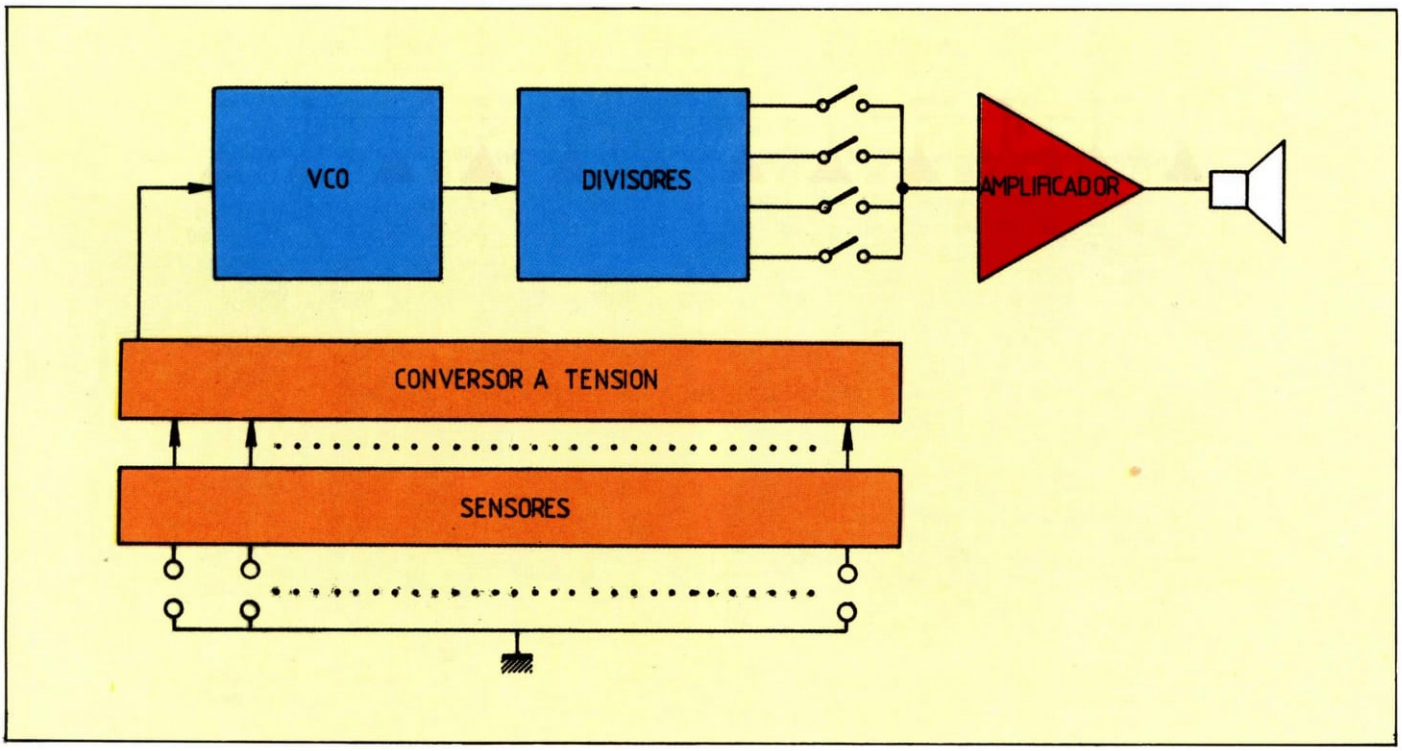
Lleva incorporado su propio altavoz y no se le ha provisto de caja de ritmos, por considerarla innecesaria. Se alimenta a partir de la red (¡atención al aspecto de la seguridad!), lo que no impide la colocación de baterías para poder llevarlo al campo, por ejemplo.

Diagrama de bloques

Al observar el diagrama de bloques de esta pequeña orquesta vemos, en primer lugar, el bloque de sensores, encargado de detectar las pulsaciones y proporcionar un nivel lógico alto en la salida correspondiente a la tecla seleccionada. En el bloque conversor a tensión se recogen las señales de los sensores y se genera una tensión proporcional al tono elegido. Esto se consigue gracias a una red de resistencias, cuyos valores están calculados en relación a la frecuencia que se desea obtener y de acuerdo a las reglas de tonos y semitonos de una octava clásica.

El VCO (Oscilador Controlado por Voltaje) transforma las distintas tensiones que se le

Diagrama de los principales bloques que componen el miniórgano.

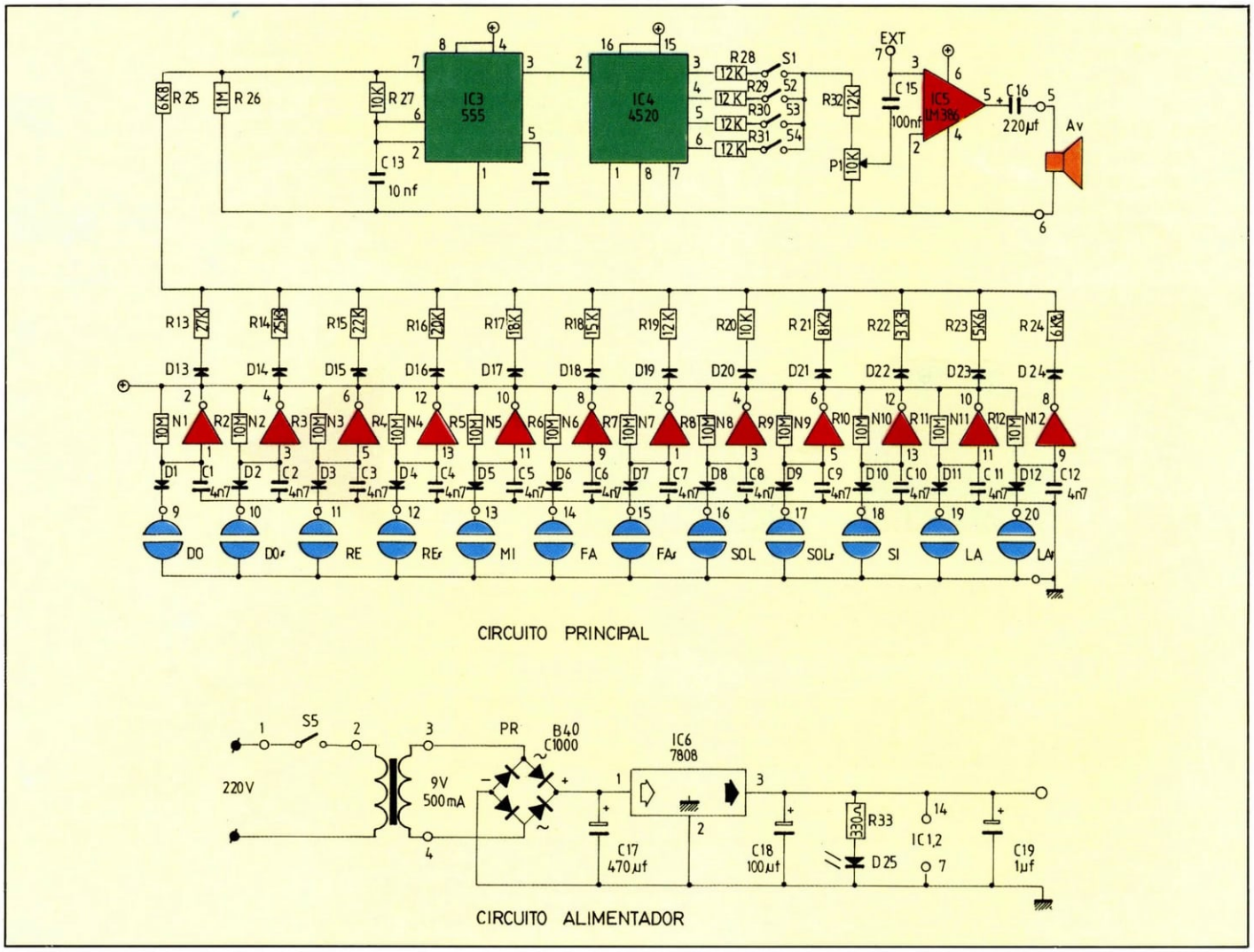


aplican en los diversos tonos. La señal atraviesa una cadena de cuatro divisores por dos, obteniéndose en cada salida de éstos las frecuencias que corresponden a una octava. Por medio de los interruptores se selecciona la octava deseada, o una mezcla de varias. El tono musical así generado, tras pasar por una etapa de amplificación, excita a un altavoz que nos permite su escucha.

Descripción del circuito

Antes de analizar el circuito completo es conveniente observar la figura en la que está representado uno de los 12 sensores de que consta el miniórgano. Mientras no se «accione» la tecla, *Ra* mantendrá a nivel alto la entrada del Trigger de Schmitt (N), con lo que su salida estará a nivel bajo, *Db* polarizado en inversa, y *Rx* no actúa.

Cuando situamos nuestro dedo sobre el sensor, la resistencia de la piel forma con *Ra* un divisor de tensión que, debido al elevado valor de *Ra* y el relativamente bajo valor óhmico de nuestra piel, sitúa la entrada de N a nivel lógico bajo. Lo expuesto hasta el momento es lo que sucede con «dedo ideal» (no nos referimos a su belleza), pero en la realidad todo el cuerpo se comporta como una antena y recoge multitud de interferencias, siendo una de las principales de la 50 Hz de la red. Tenemos de este modo una resistencia y un generador al mismo tiempo, lo que hace que, debido a esta superposición, el nivel lógico a la entrada de N no permanezca estable; un efecto similar puede comprobarse aplicando nuestro dedo a la entrada de señal de cualquier amplificador y escuchando el zumbido producido. Para evitar este inconveniente se han colocado el diodo *(Da)* y el condensador *(Ca)*. *Da* tiene por misión permitir que la corriente circule sólo hacia masa a través de nuestro dedo y eliminar los semiciclos positivos de la interferencia. Por su parte, *Ca* impide que la tensión a la entrada del Trigger pueda variar de modo brusco, consiguiéndose, en definitiva, que siempre que esté el dedo colocado, la tensión sea baja y ésta mantenga su nivel lo suficientemente estable como para evitar desagradables interferencias. En estas condiciones, la salida de N estará a nivel lógico alto, por lo que *Db* que-



Esquema eléctrico del equipo. Se ha separado el circuito de alimentación para su mejor comprensión.

dará polarizado en directa y circulará una corriente por el grupo *Rx, R* y *Cosc*. La constante de tiempo de este grupo variará con las distintas *Rx* de cada tecla, con lo que podremos obtener las diferentes notas musicales.

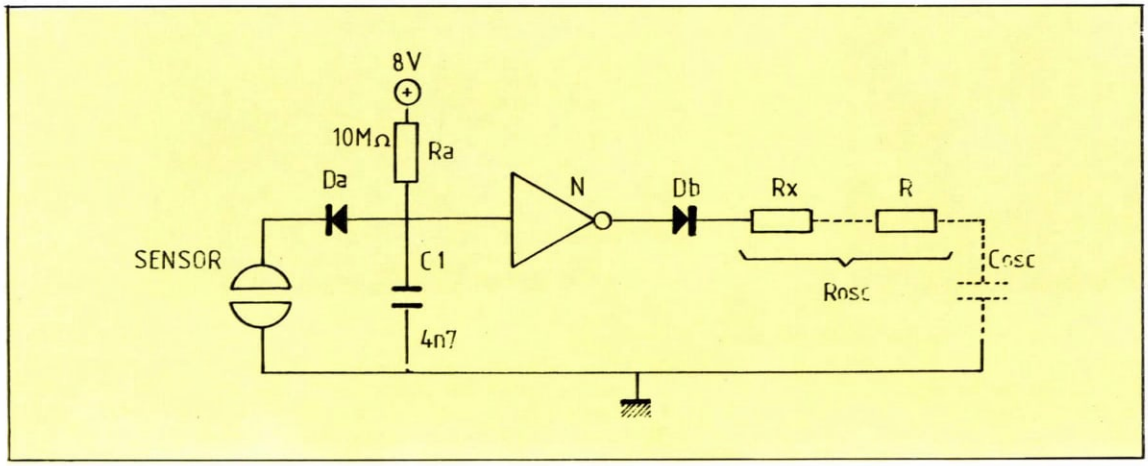
En principio hemos previsto alimentar el circuito con la red. Si se desea alimentar con pila o batería, para hacerlo portátil, podemos eliminar el transformador, el puente rectificador y el estabilizador IC6. La batería o pila se conectará entre Vcc y masa, pudiendo variar de 5 a 12 V, aunque se aconseja el empleo de una pila de 9 V.

En el esquema vemos, en la parte inferior, el bloque de sensores con sus correspondientes resistencias determinantes del tono. El oscilador está desarrollado en torno a un IC555, encargado de generar el tono patrón. R26 elimina las inevitables fugas que se producen a través de los diodos, lo que originaría, en caso de no existir, un tono de muy baja frecuencia cuando no estuviese activada ninguna tecla.

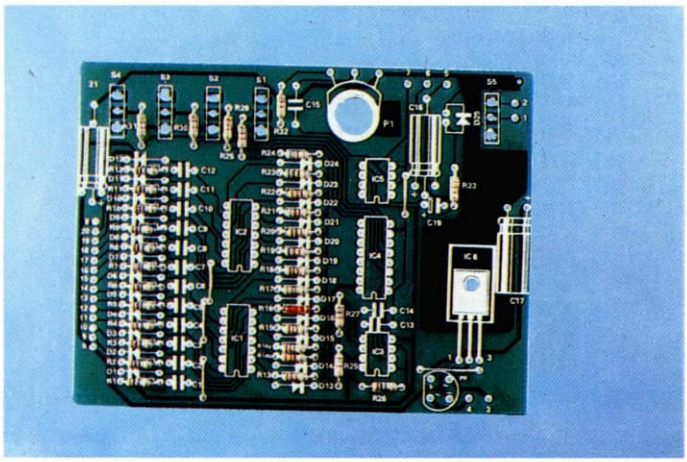
El condensador C13 debe ser de buena calidad, ya que contribuye de forma importante a la exactitud de los tonos generados. Los puristas con paciencia pueden efectuar un ajuste fino de los tonos, intercalando sendos potenciómetros de 5 K en serie con R13..., R25 y ajustando la frecuencia por medio de cualquier instrumento a su alcance que pueda medir frecuencia; IC4 efectúa las sucesivas divisiones por 2, y con S1, S2, S3, S4 se escoge la octava apropiada a la composición. Cabe destacar la posibilidad de conectar varios interruptores simultáneamente, lo que da origen a extraños sonidos que añaden más riqueza a las notas fundamentales. El volumen se regula mediante el potenciómetro P1, de cuyo curso tomamos la señal que ataca al amplificador IC5.

La ganancia de IC5 está internamente fijada a 50, lo que explica la práctica inexistencia de componentes externos. Para la realización del teclado se aconseja el empleo de la placa prevista a tal efecto, en la que los sensores se han estudiado de modo que garanticen la detección, aun con leves presiones.

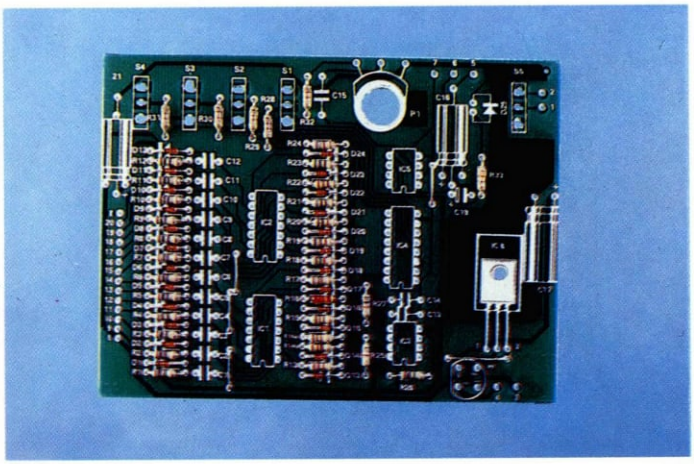
Si nuestros requerimientos de potencia son mayores que los aquí previstos, podemos extraer la señal del punto EXT y aplicarla a un amplificador más potente, lo que nos brindará la posibilidad de aumentar nuestro incondicional auditorio.



Detalle de la actuación del dedo sobre uno de los sensores.



1 *En las primeras fases del montaje se instalarán los componentes de tamaño más reducido. Aquí se han montado los puentes de hilo y las resistencias.*



2 *Después se pueden montar todos los diodos, que en este caso son bastante numerosos. Se instalarán en las posiciones D1 a D24, teniendo la precaución de comprobar su correcta orientación.*

Consejos para el montaje

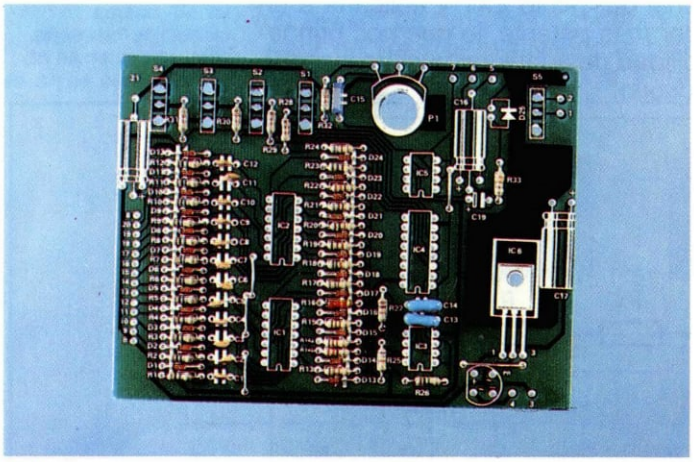
Ya hemos visto que el miniórgano va a ocupar dos circuitos impresos, uno de ellos destinado exclusivamente a teclado sensorial y el otro, que hemos denominado principal, destinado a contener casi todos los componentes del equipo.

Pues bien, el montaje lo iniciamos con este último circuito impreso instalando todos los componentes que indica la serigrafía de la placa, cuyos valores están determinados en la lista de componentes. Para ello seguiremos las normas ya conocidas, dejando los elementos que sean más voluminosos para las últimas fases.

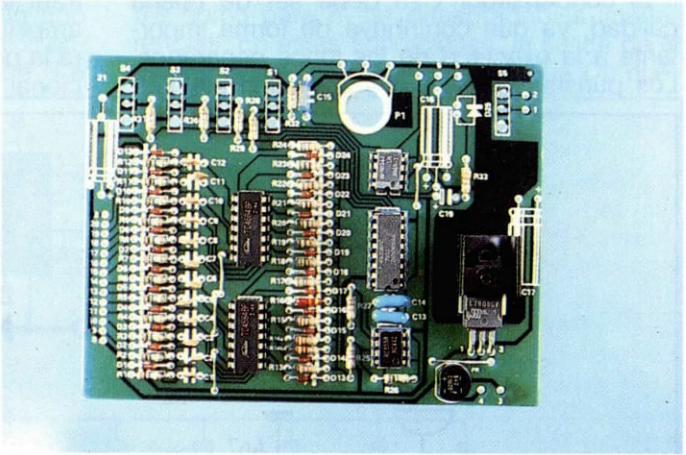
No obstante, haremos especial hincapié en algunos componentes cuyo montaje resulta algo especial y podría dar origen a algunas dificultades. Uno de ellos es el regulador de tensión IC6, el cual precisa de un pequeño radiador de calor para poder evacuar al ambiente la energía desprendida durante su funcionamiento. Este radiador se fijará mecánicamente a la cápsula del integrado y al circuito impreso mediante un tornillo con tuerca, realizando posteriormente las soldaduras de los terminales a la placa.

Otro componente que exige una cierta atención es el diodo Led D25. Por una parte hay que tener cuidado con no invertir sus terminales, dejando el más corto, que además debe coincidir con un ligero aplanamiento de la cápsula, para el taladro del cátodo, y el largo para el ánodo. Además hay que definir previamente la altura a la que debe quedar sobre la placa, ya que ha de asomar por el taladro previsto para este fin en el circuito de teclado. Esta altura queda perfectamente determinada por el montaje de los cinco conmutadores S1 a S5 tal como veremos más adelante.

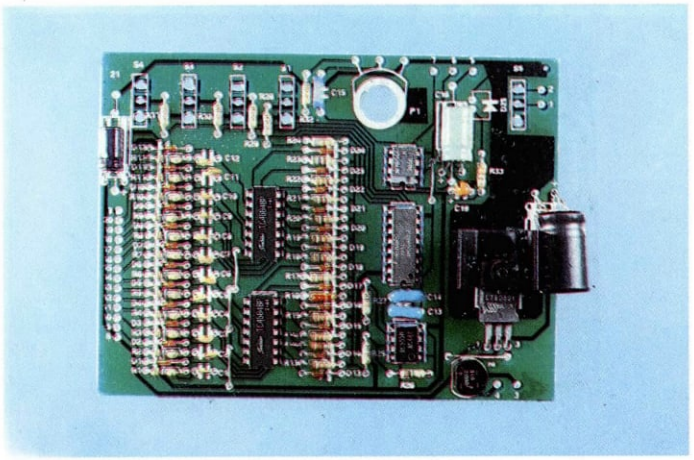
Para montar el potenciómetro de volumen P1 primero le cortaremos el eje de mando pa-



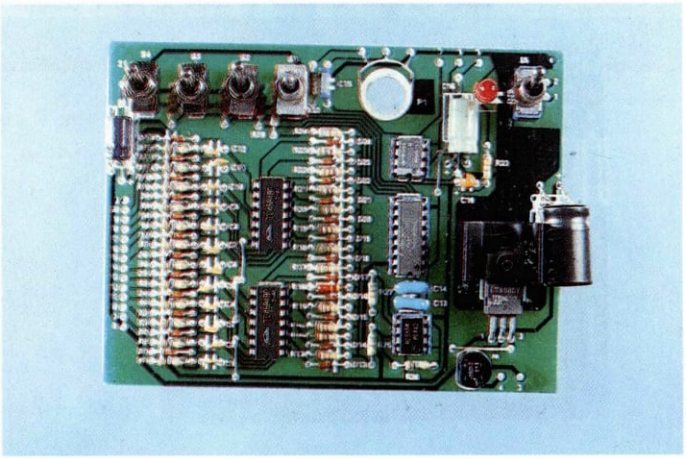
3 *En esta fase se han montado los condensadores de menor tamaño de los tipos cerámico y poliéster. Aquí no deben aparecer problemas, dado que la posición es indiferente.*



4 *Ahora podemos pasar a montar los circuitos integrados empleando zócalos para facilitar su sustitución. También instalaremos el puente rectificador y el regulador IC6 con un radiador.*



5 *Los condensadores electrolíticos son cuatro. Tres de ellos son del tipo convencional de aluminio para las posiciones C16 a C18. El restante es de tántalo y se montará en C19.*



6 *Ya solo nos quedan por montar los cinco conmutadores, el Led D25 y el potenciómetro. Aquí hay que procurar dejar el Led con la suficiente altura para que más tarde pueda asomar por la placa de teclado.*

CIRCUITO DE TECLADO

A AMPLIFICADOR EXTERIOR

CABLE PLANO

ALTAVOZ

7 6 5 1 2

RED 220 V

CIRCUITO PRINCIPAL

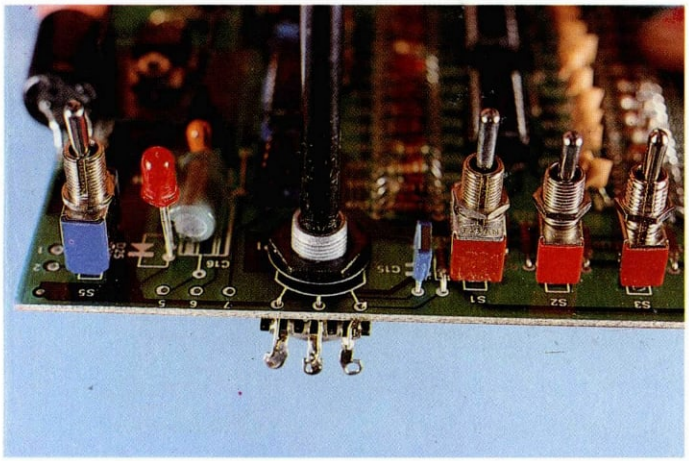
220 V

TRANSFORMADOR

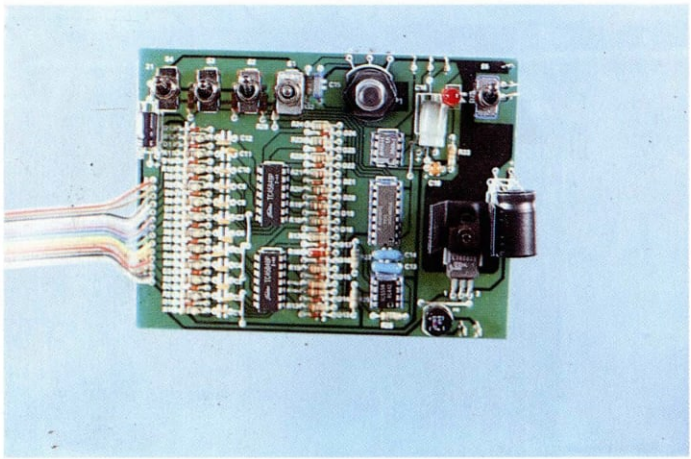
4 3

0 9

Diagrama de interconexión entre los dos circuitos y el resto de componentes del equipo.



7 *Detalle del montaje del potenciómetro de volumen. Podemos observar que se ha fijado mecánicamente con su propia tuerca y arandela. Las conesiones se han realizado con restos de terminales.*



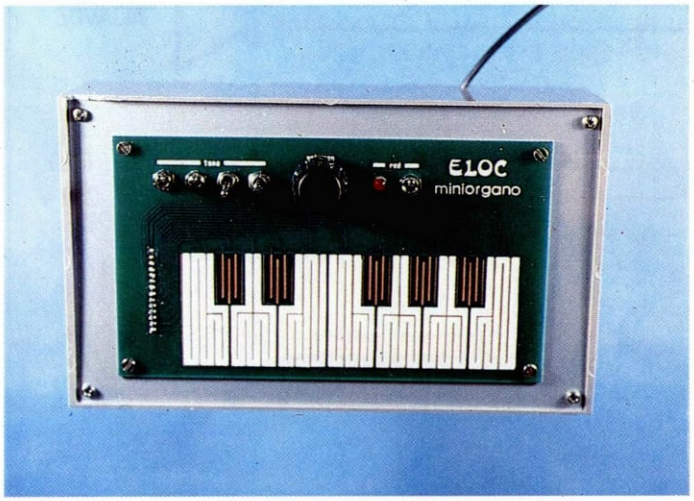
8 *Para dejar lista la placa principal será necesario montar algunos espadines de conexión, así como el cable plano de 14 conductores que facilitará su conexión con el circuito de teclado.*

ra dejarlo con la longitud adecuada (de 25 a 30 mm aproximadamente), después le fijaremos mecánicamente a la placa empleando su propia tuerca y arandela. Por último realizaremos la conexión de sus tres terminales utilizando trozos de hilo desnudo o restos de patillas de otros componentes.

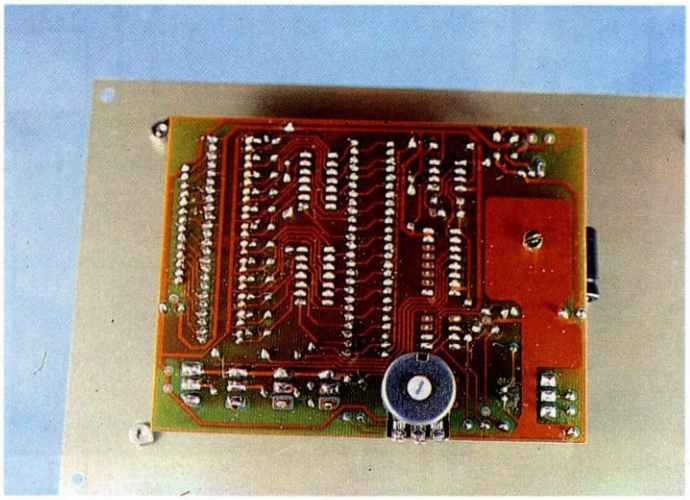
Antes de montar los conmutadores nos aseguraremos que sus tres terminales penetran bien en los taladros de la placa, retocando éstos con una pequeña lima o broca si fuera necesario; en cualquier caso, no conviene forzar los terminales, puesto que podría romperse la caja plástica del conmutador. Una vez montados realizaremos sus soldaduras.

Seguidamente montaremos el circuito de teclado sobre la tapa de la caja, previamente mecanizada, de forma que todos los orificios coincidan, y lo fijaremos mediante cuatro tornillos situados en los vértices; procuraremos dejar un espacio suficiente para que pase el cable plano de conexión sin problemas y no haya nada que impida su soldadura. Después instalaremos el circuito principal por la cara interna de la tapa de la caja, haciendo pasar el eje del potenciómetro, el Led y las zonas roscadas de los conmutadores por los orificios de la misma de manera que asomen sobre el circuito de teclado. El conjunto puede quedar perfectamente fijado mediante las tuercas de los conmutadores, que las situaremos a la misma altura, evitando así que la placa quede torcida o deformada.

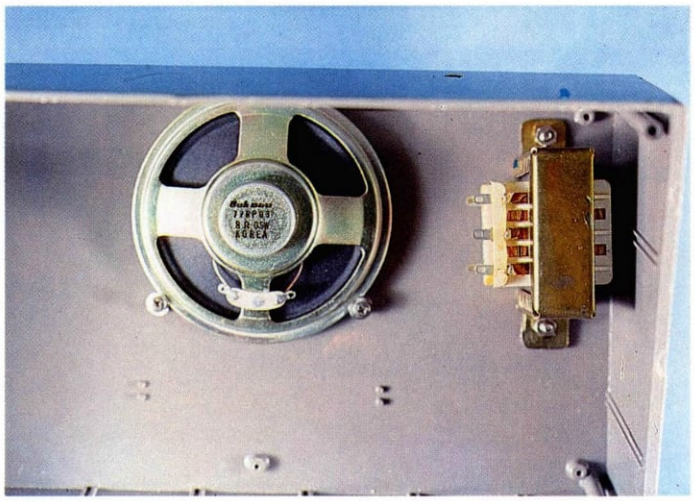
El altavoz y el transformador se montarán sobre la base de la caja. Para ello deben practicarse algunos taladros para que pueda realizarse esta fijación, así como para que el



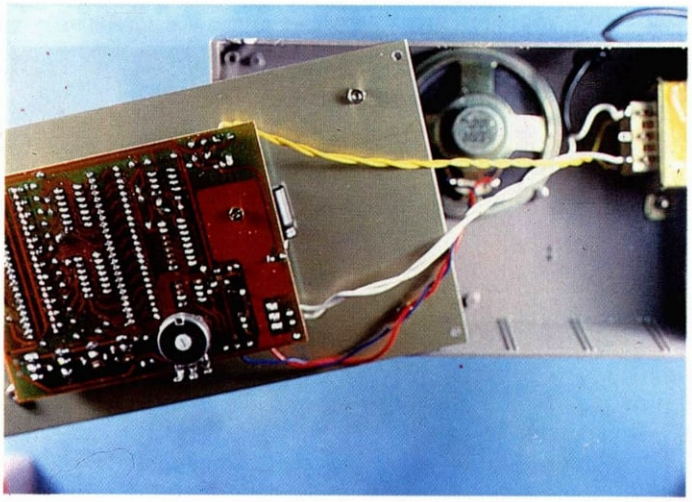
9 *El montaje mecánico de los circuitos no es complicado. Bastará con fijar la placa de teclado sobre la tapa de la caja y la placa principal en la cara interna de la misma, fijando ambas mediante los conmutadores.*



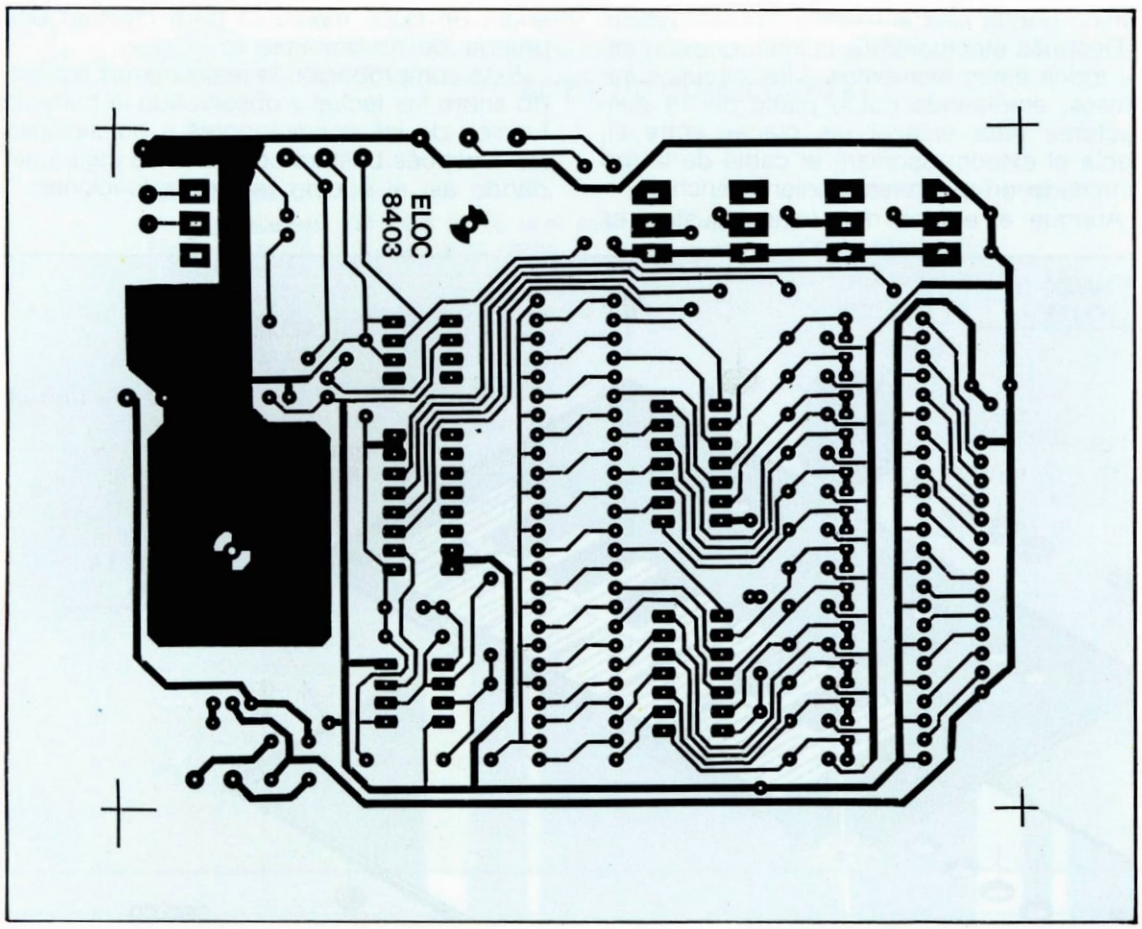
10 *Para montar el transformador y el altavoz en la caja es necesario realizar previamente unos taladros para fijación y para que el sonido salga al exterior sin atenuación.*



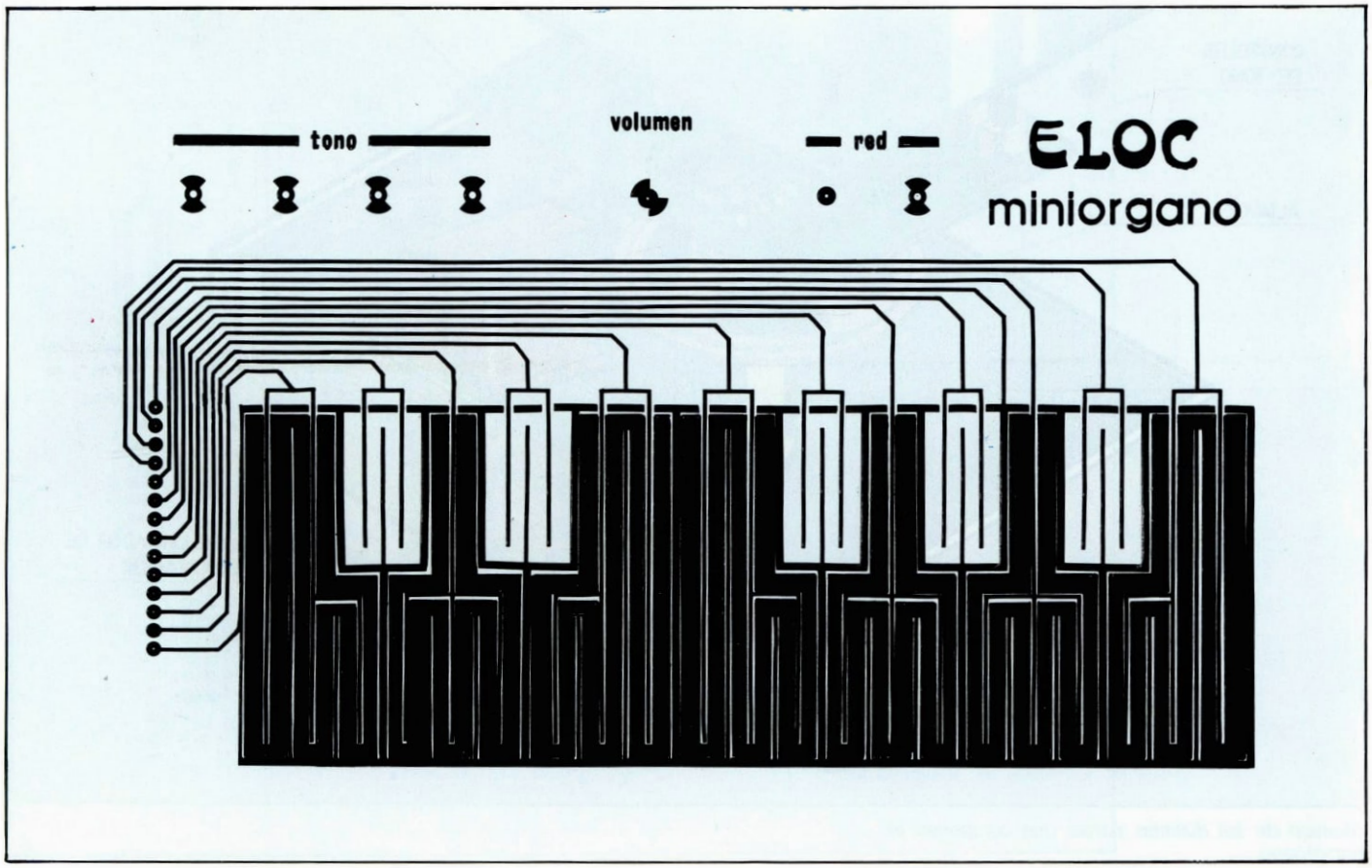
11 *La última fase será la interconexión entre los dos circuitos y los componentes externos. Una vez realizada conviene efectuar una prueba de funcionamiento.*



12 *Por último cerraremos la caja e instalaremos el mando de volumen sobre el eje del potenciómetro. Podemos observar el equipo terminado con el cable de alimentación para conectar a la red eléctrica.*



Serigrafía el circuito de teclado.

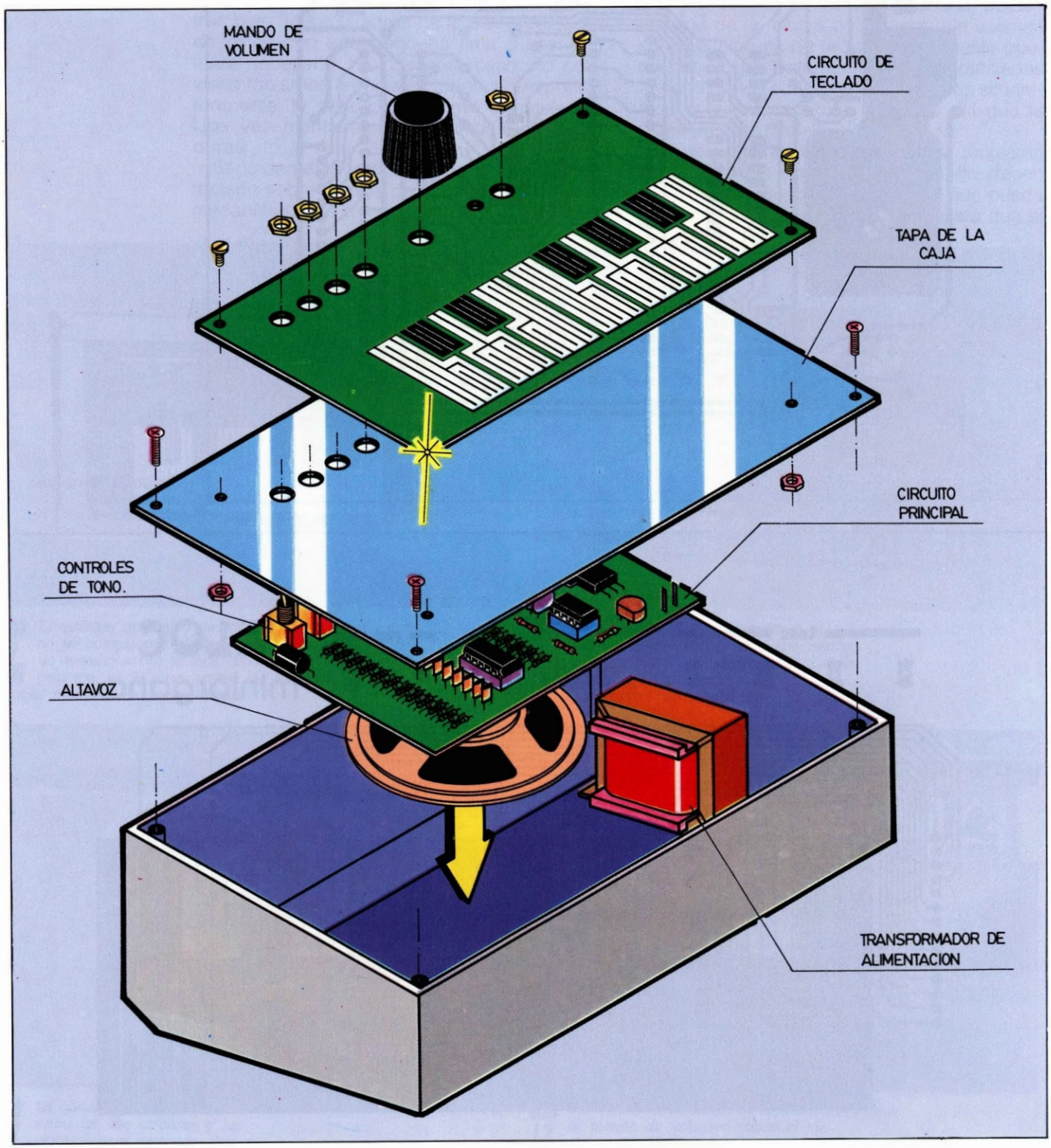


sonido pueda salir al exterior sin atenuación.

Después efectuaremos la interconexión entre todos estos elementos y los circuitos impresos, empleando cable plano de 14 conductores para enlazar las placas entre sí. Hacia el exterior asomará el cable de la red terminado en el correspondiente enchufe.

Aunque el equipo no precisa ajustes, es ahora un buen momento para efectuar una prueba de funcionamiento.

Esta comprobación la realizaremos actuando sobre las teclas y observando la correcta función de los conmutadores y potenciómetro. Después bastará con cerrar la caja, quedando así el equipo listo para funcionar.



Montaje de las distintas partes que componen el miniórgano.

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1 a R12-Resistencias 10M 1/4 W (marrón, negro, azul).
R13-Resistencia 27K 1/4 W (rojo, violeta, naranja).
R14-Resistencia 25K3 (22K + 3,3K) 1/4 W.
R15-Resistencia 22K 1/4 W (rojo, rojo, naranja).
R16-Resistencia 20K 1/4 W (rojo, negro, naranja).
R17-Resistencia 18K 1/4 W (marrón, gris, naranja).
R18-Resistencia 15K 1/4 W (marrón, verde, naranja).
R19, R28 a R32-Resistencias 12K 1/4 W (marrón, rojo, naranja).
R20 y R27-Resistencias 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R21-Resistencia 8,2K 1/4 W (gris, rojo, rojo).
R22-Resistencia 3,3K 1/4 W (naranja, naranja, rojo).
R23-Resistencia 5,6K 1/4 W (verde, azul, rojo).
R24 y R25-Resistencias 6,8K 1/4 W (azul, gris, rojo).
R26-Resistencia 1M 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R33-Resistencia 330Ω 1/4 W (naranja, naranja, marrón).
P1-Potenciómetro panel 10K log.

CONDENSADORES

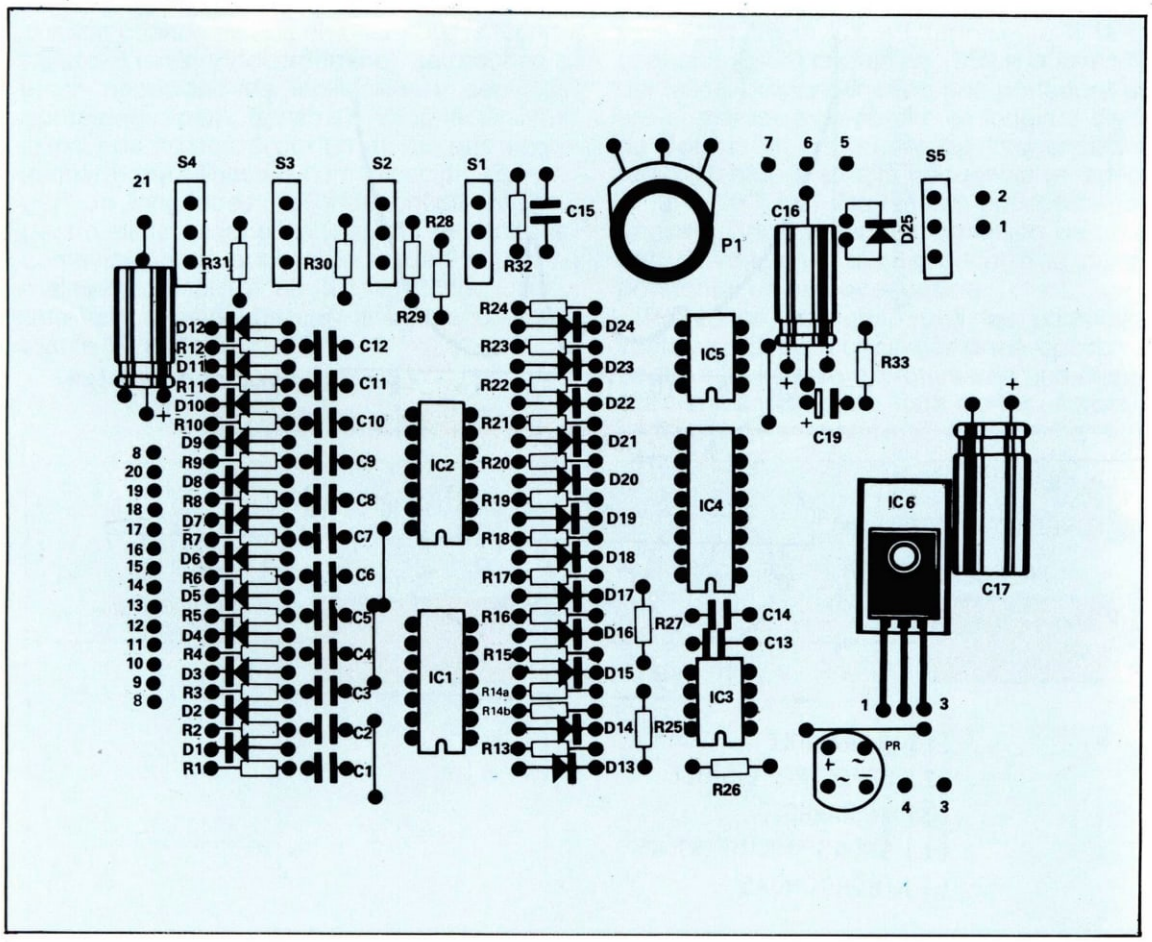
C1 a C12-Condensadores 4,7 nF cerámico.
C13 y C14-Condensadores 10 nF cerámico.
C15-Condensador 100 nF poliéster.
C16-Condensador 220 μF electrolítico, 25 V.
C17-Condensador 470 μF electrolítico, 25 V.
C18-Condensador 100μF electrolítico, 16 V.
C19-Condensador 1 μF tántalo, 35 V.

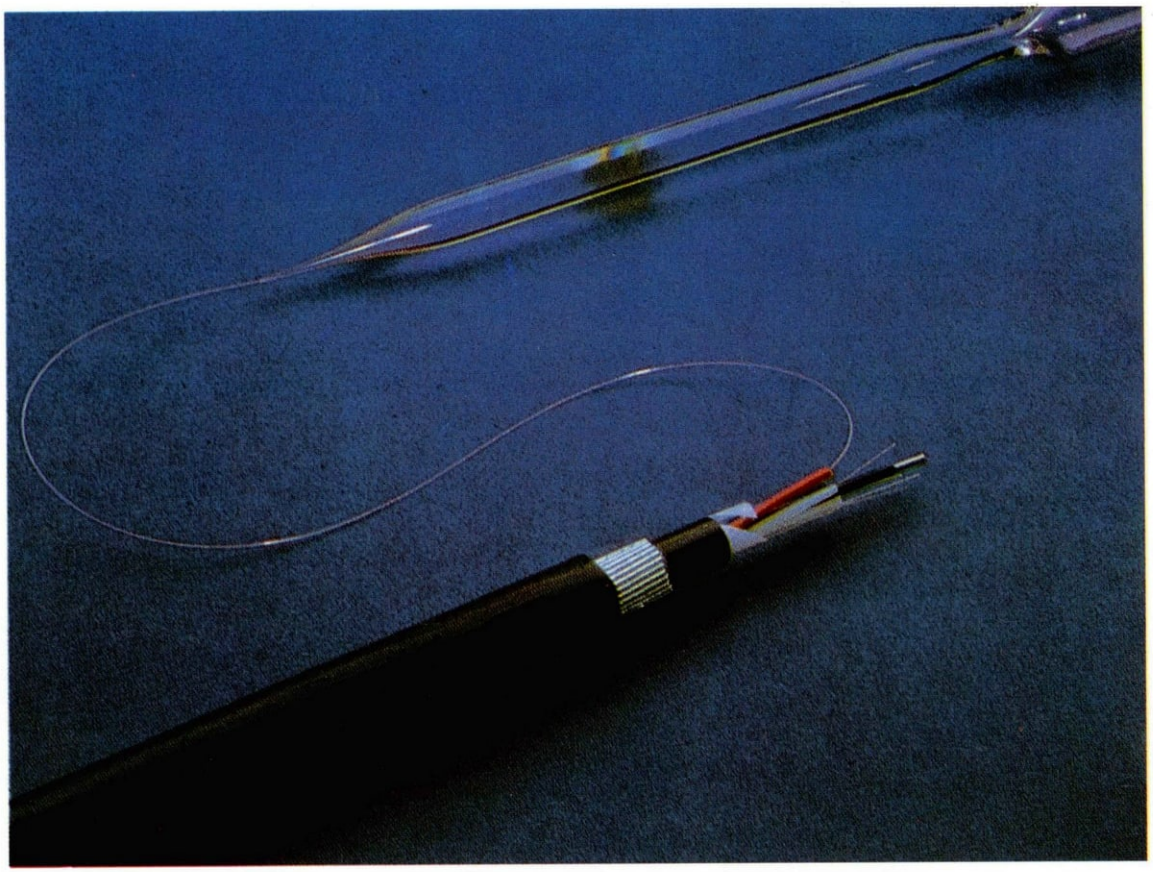
SEMICONDUCTORES

D1 a D24-Diodos 1N4148.
D25-Diodo Led rojo.
IC1 e IC2-Circuito integrado 4584.
IC3-Circuito integrado 555.
IC4-Circuito integrado 4520.
IC5-Circuito integrado LM386.
IC6-Circuito integrado 7808.
PR-Puente rectificador B40C1000.

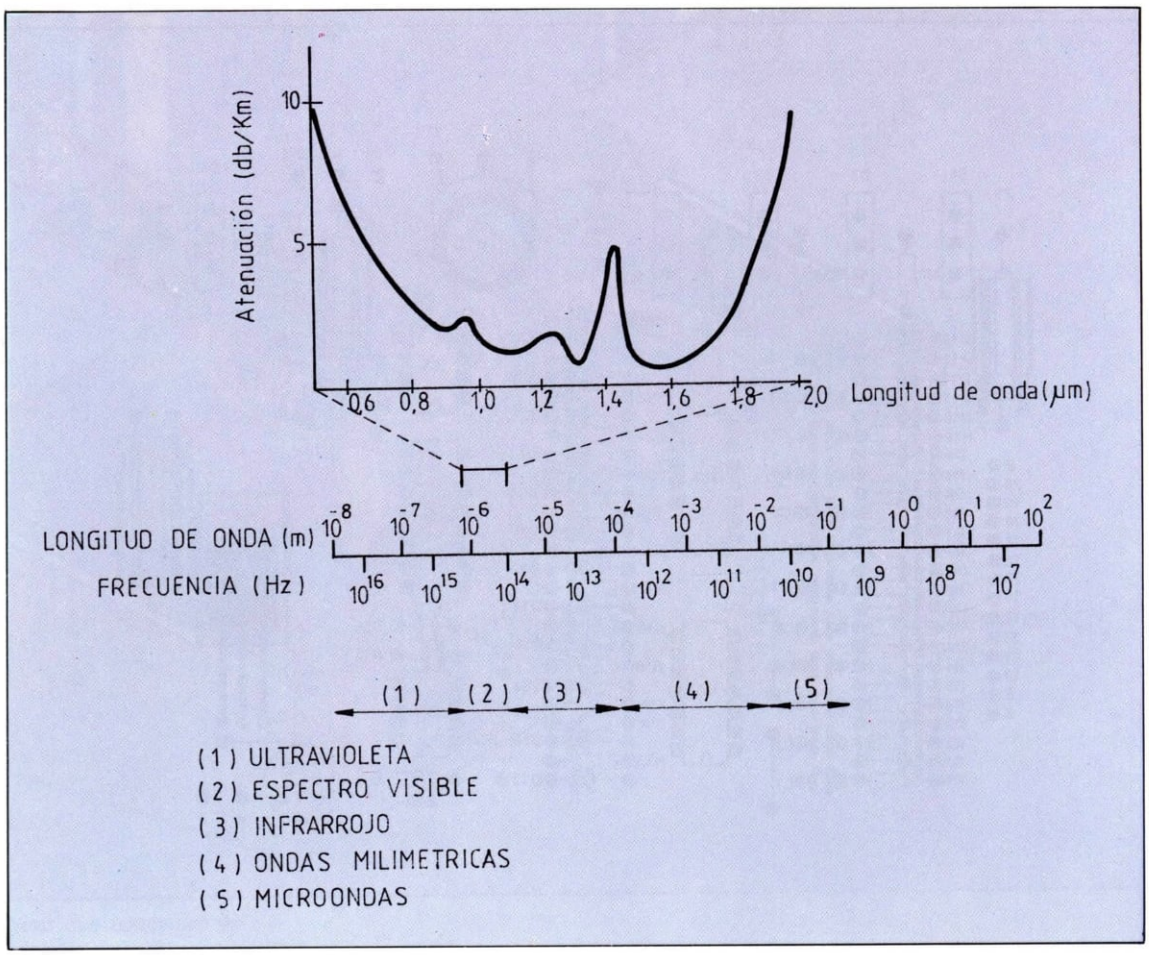
VARIOS

— 1 transformador 9 V/500 mA.
— 1 altavoz miniatura.
— 1 radiador para IC6 (TO 220).
— 5 conmutadores de palanca 1 circ./2 pos.
— 1 zócalo para circuito integrado de 16 patillas.
— 2 zócalos para circuito integrado de 14 patillas.
— 2 zócalos para circuito integrado de 8 patillas.
— Placa circuito impreso ELOC 8403.
— Placa circuito impreso ELOC miniórgano (teclado).
— Cable de red.
— 1 botón para potenciómetro.
— 1 caja tipo RETEX Abox RA 1 o TEKO 363.





Como protección mecánica se coloca un recubrimiento plástico alrededor de cada fibra. Un conjunto de estas fibras se agrupan alrededor de un elemento rígido. Finalmente, se recubre con una funda de PVC o polietileno, y, si es necesario, se refuerza con una malla y una capa contra la humedad. En la fotografía se puede apreciar una preforma, de la que se obtiene la fibra óptica.



Ejemplo de las características de atenuación de una fibra óptica. Se observa un pico de absorción próximo a 1,4 μm. ($1,4 \times 10^{-5}$ m).

COMUNICACIONES OPTICAS: FIBRA OPTICA

La tecnología de comunicaciones por fibra óptica existe desde hace menos de veinticinco años; ahora, a mediados de la década de los ochenta, está llegando a su mayoría de edad. Las características operacionales de las fibras ópticas, e incluso de las fuentes de luz y detectores, son capaces de satisfacer exigentes requisitos físicos y de fiabilidad. Los otros componentes esenciales del sistema, tales como cables ópticos, conectores y acopladores, alcanzan un estado similar de desarrollo.

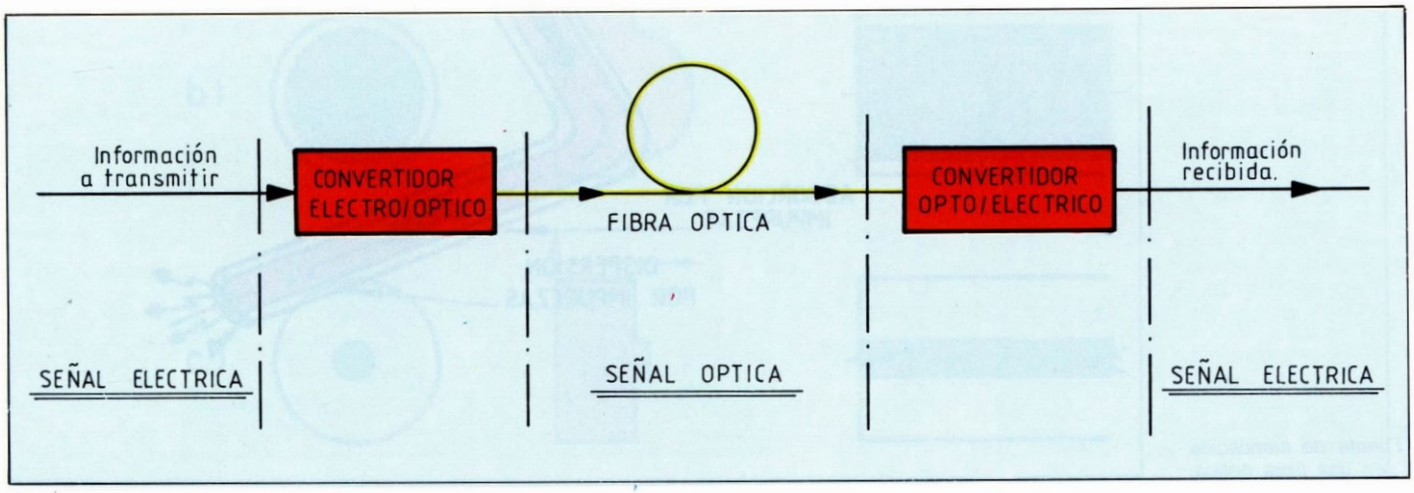
A l principio de la década de los cincuenta, cuando estaba en desarrollo la tecnología del vídeo y del ordenador, se reconocía ya la necesidad de facilidades y servicios apropiados para transmitir información. La búsqueda comenzó por un medio que aprovechara, para fines de comunicación, el margen de longitudes de onda óptica del espectro electromagnético (cuando se habla de comunicaciones ópticas, la unidad que normalmente se utiliza es la longitud de onda, que está relacionada con la frecuencia mediante la expresión

$$h = \frac{C}{f},$$

donde h es la longitud de onda, C indica la velocidad de la luz y f representa a la frecuencia). Esto condujo en 1959 a la invención del láser, proporcionando una portadora que era el método equivalente en longitud de onda óptica del generador de frecuencias de radio. Debido a su alta frecuencia (alrededor de 3×10^{14} Hz), los láseres ópticos pueden transmitir teóricamente información de un orden de magnitud muy superior a la de una portadora de radiofrecuencia.

Pronto se descubrió que las potenciales ventajas de las comunicaciones ópticas no podrían fácilmente explotarse de una manera económica y práctica. Para formar un sistema

Sistema de comunicación por fibra óptica, con indicación de los tres componentes fundamentales: convertidor electroóptico, para transformar las señales eléctricas en ópticas y adaptarlas al medio de transmisión (fibra óptica); convertidor optoeléctrico, que realiza el proceso contrario del transmisor, detectando y transformando las señales ópticas en eléctricas.



se necesitaba un conjunto de componentes compatibles: una fuente de luz, un detector y un medio de transmisión. No obstante, no fue sencillo reunir estos componentes. Los primeros láseres eran voluminosos y daban escasa potencia. Por otro lado, la luz láser no se transmite en línea recta a través del aire, ya que las inclemencias del tiempo influyen severamente en las condiciones de propagación.

La solución a los problemas de propagación comenzó a principios de los años sesenta con la llegada de la fibra óptica. Inicialmente no se le consideraba medio de transmisión probable debido a las altas pérdidas ópticas: el nivel de luz se atenuaba en tan sólo unos metros hasta un valor inutilizable. Atenuaciones típicas se encontraban dentro del margen de los millares de dB/km (dB indica decibelio) —cada 3 dB se reduce la potencia a la mitad—. Por el año 1970 se consiguieron fibras de 20 dB/km; y en el año 1973 las pérdidas de las fibras ópticas habían ya disminuido a menos de 10 dB/km.

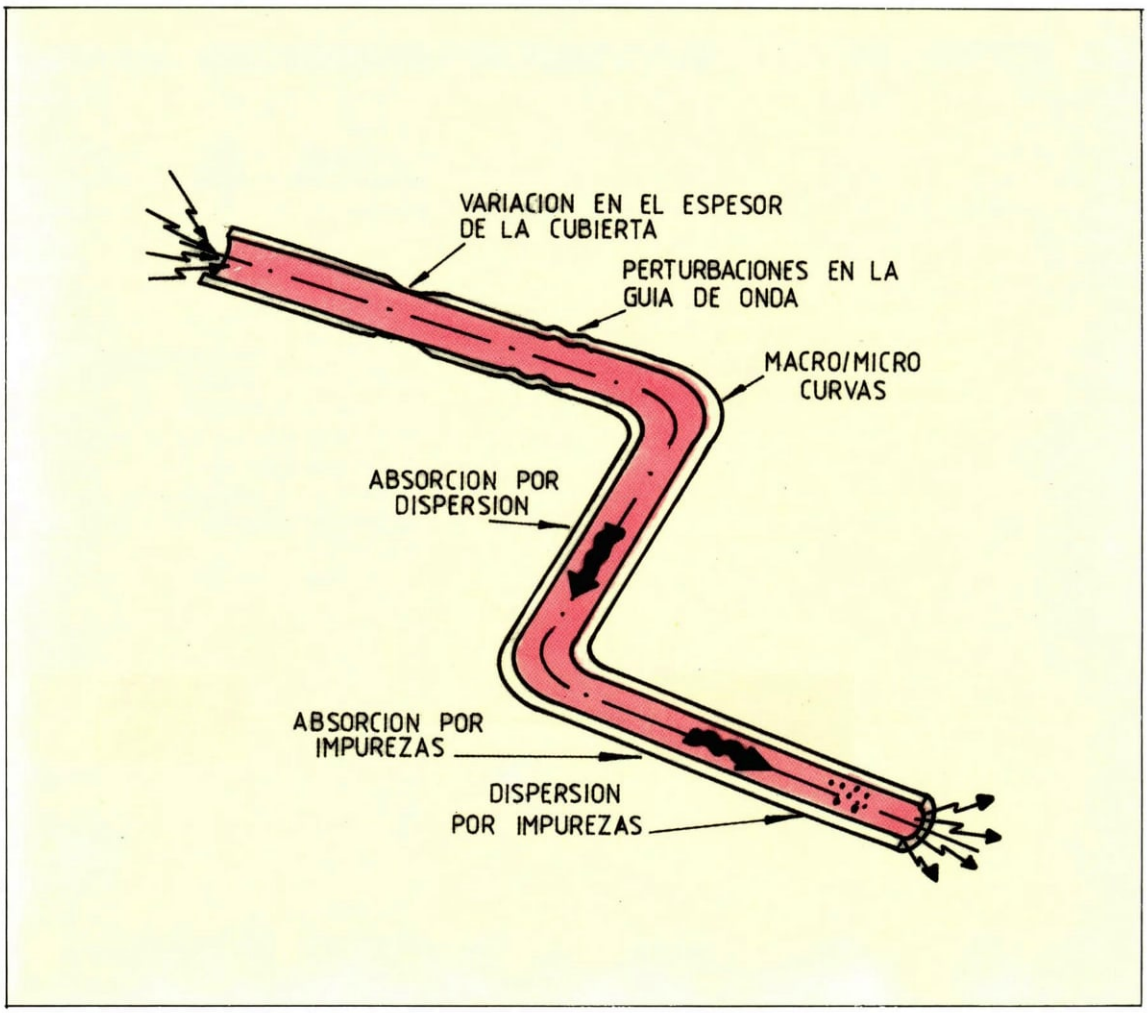
Hoy en día, con fibras ópticas de pérdidas por debajo de 1 dB/km, y con el desarrollo de apropiados detectores y fuentes de luz de estado sólido, no quedan barreras tecnológicas infranqueables que impidan a los sistemas de comunicaciones por fibra óptica ser utilizados en un amplio espectro de aplicaciones comerciales y militares.

Dentro de un sistema de comunicaciones ópticas encontramos tres componentes fundamentales: el medio de transmisión (fibra óptica), la fuente de luz o emisor óptico y el receptor o detector óptico.

Fibra óptica

La luz se propaga dentro de una fibra óptica aprovechando la diferencia que existe entre los índices de refracción del núcleo de la fibra y su cubierta, lo que permite mantener dentro de la guía de ondas que representa la fibra óptica uno o varios modos de propagación de señal luminosa. De acuerdo con lo anterior, existen tres tipos fibras ópticas: dos tipos *multimodo* (salto de índice e índice gradual) y uno *monomodo*.

Las fibras multimodo de salto de índice tienen un núcleo óptico formado por un vidrio homogéneo. Son relativamente fáciles de fabricar y poseen una alta eficacia de acopla-



Fuente de atenuación en una fibra óptica.

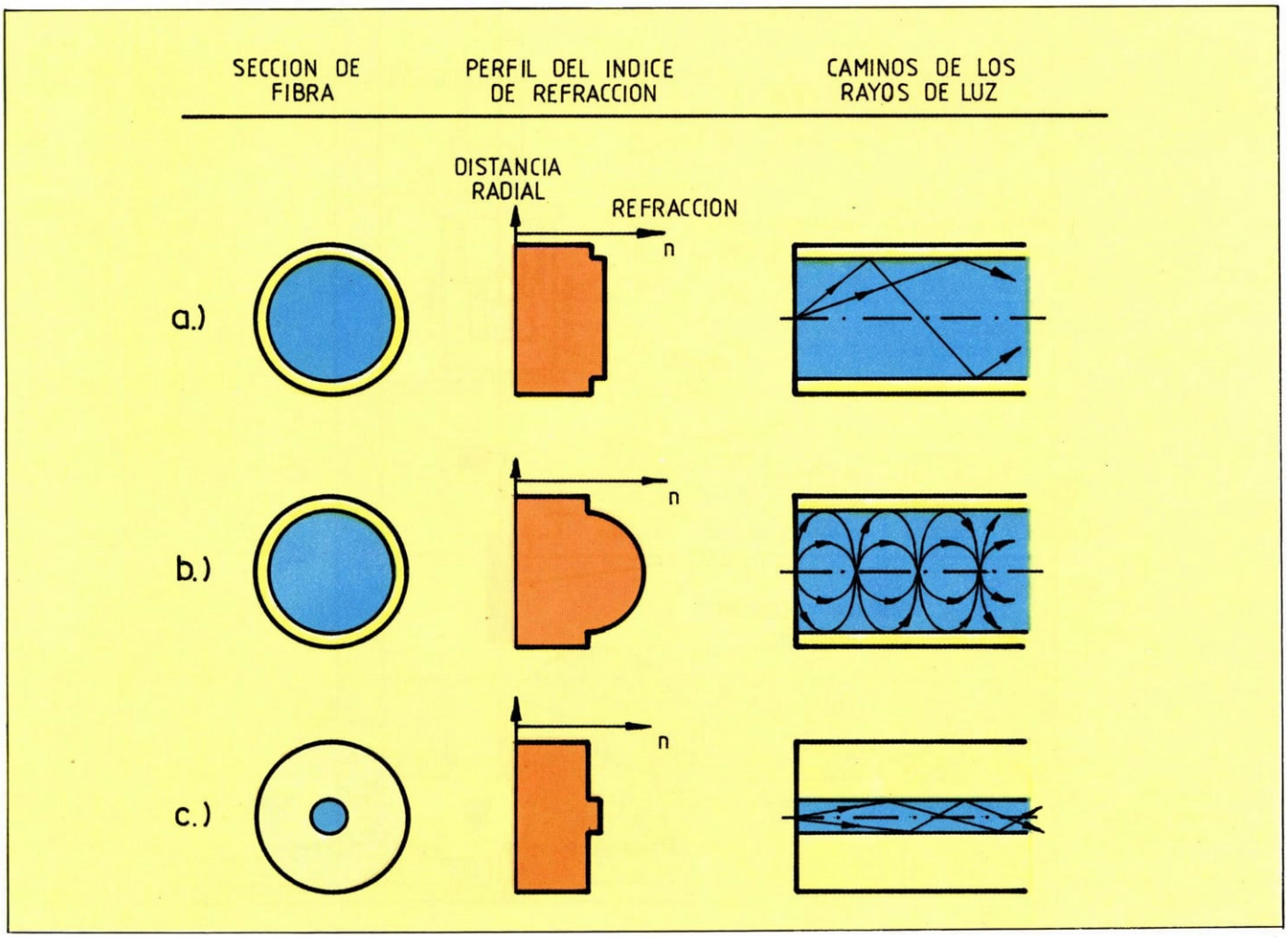
miento, pero transmiten un ancho de banda pequeño. Esto hace que prácticamente queden en desuso en la mayor parte de las aplicaciones de telecomunicación.

Las fibras multimodo de índice gradual se diseñaron para solventar el problema del ancho de banda, conservando el fácil acoplamiento y las propiedades de interconexión de las fibras multimodo. Estas características hacen de este tipo de fibras ópticas las más utilizadas hoy en día. Las fibras monomodo se caracterizan por la pequeña dimensión de su núcleo. Estas fibras presentan mejores características de transmisión, por ejemplo, menor atenuación y mayor ancho de banda. Así, las fibras monomodo se utilizan en transmisiones a larga distancia y donde se requiere un gran ancho de banda de transmisión.

Las pérdidas de luz en las fibras se debe a la dispersión y observación. La dispersión es causada por la falta de uniformidad de la fibra (burbujas atrapadas, partículas), e incluso por la disposición aleatoria de las partículas, intrínseca en el material básico de la fibra. Esta dispersión disminuye rápidamente al transmitir una longitud de onda mayor. Por ello tiene gran interés usar el infrarrojo en las fibras, pues la atenuación es muy inferior a la que presenta el espectro visible.

La interpretación geométrica de la propagación de la luz por el interior de la fibra es demasiado simplista, y es obligado complementarla por la guía de ondas, si entra en ella formando ciertos ángulos respecto del eje de la guía de ondas. Esos ángulos de incidencia no pueden ser cualesquiera. Cada una de esas formas de propagación se llama *modo*. En cada modo la energía se propaga por la guía y se comporta de forma estacionaria (con nodos y vientres) en la dirección perpendicular a la de propagación, por causa de las funciones de interferencia que se originan, debidas al confinamiento de la onda dentro de la guía. Para una fibra de un diámetro dado y para una longitud de onda determinada, sólo pueden propagarse un número de modos. Para una fibra más estrecha el número de modos disminuye y en la fibra monomodo sólo hay un modo de propagación: la dirección del eje de la fibra. Si la luz entra con cierto ángulo quedará totalmente atenuada.

En la fibra multimodo hay varios modos, o ángulos de incidencia, en que la propagación es posible. La luz que penetre formando ángulos prohibidos será destruida por los fenó-



Tipos de fibra óptica. En esta figura se aprecia la sección, perfil del índice de refracción y los caminos de las rayas ópticas correspondientes a los tres tipos de fibras:
a) *Fibra multimodo de salto de índice.*
b) *Fibra multimodo de índice gradual, y*
c) *Fibra monomodo.*

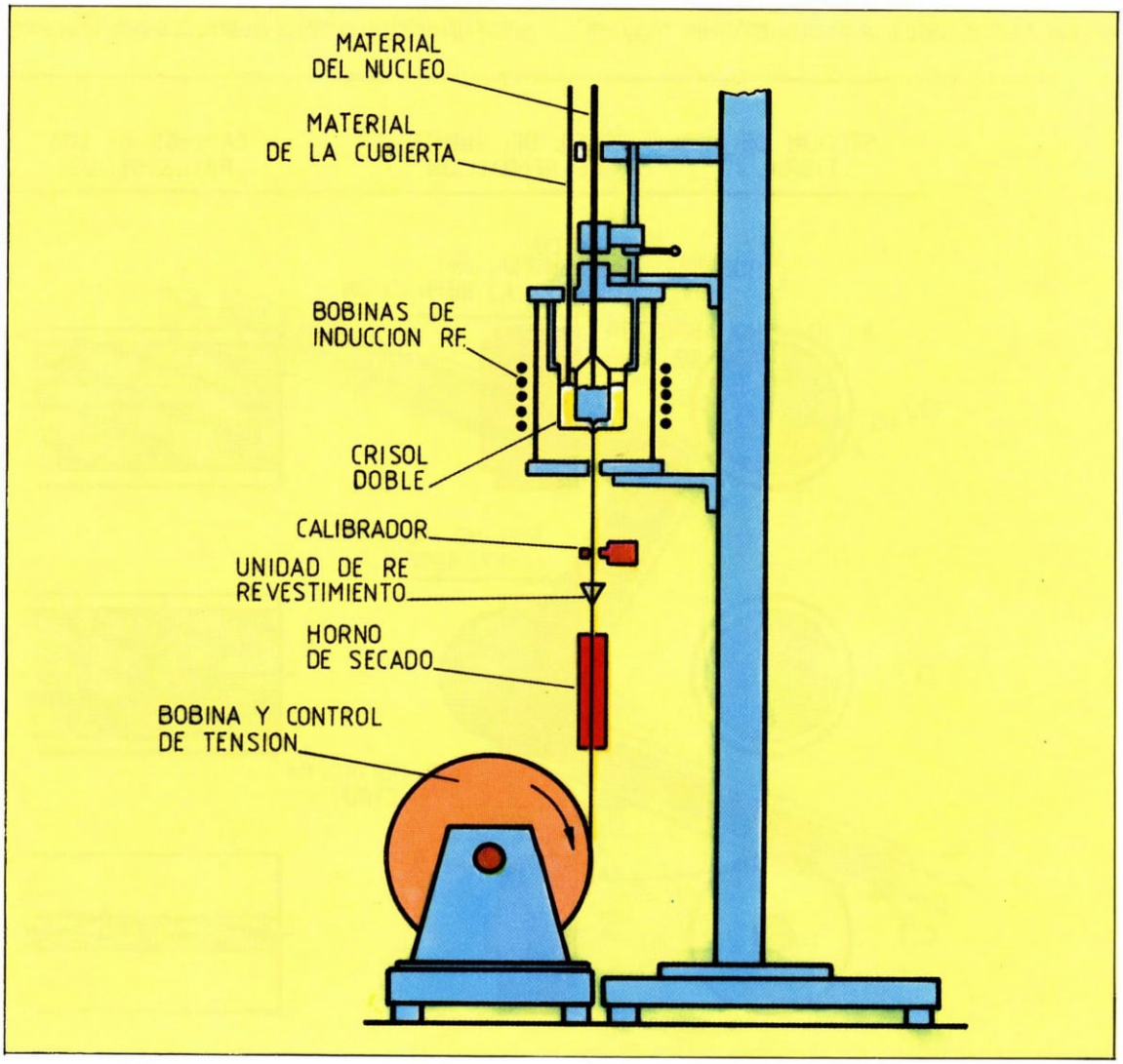
menos de interferencia. Resumiendo, la luz sólo puede propagarse por la fibra formando ondas estacionarias, o en la dirección del eje.

En la fibra, el índice, y por tanto la velocidad intrínseca de propagación de la luz, es diferente para diversas longitudes de onda transmitidas. La consecuencia es que la luz de un color se propaga más rápidamente que la luz de otro color, por ejemplo, el rojo es más rápido que el azul. Como cualquier foco óptico radia luz en más de una frecuencia, hay siempre presente en la fibra un espectro de frecuencia. Los diversos colores entran simultáneamente en la fibra, pero llegan al final separados. Si el detector responde por igual a todos los colores, detectará un impulso más ancho que el emitido por el foco. El problema radica pues en la fuente, que ha de emitir en una banda muy estrecha de frecuencias.

Proceso de producción de una fibra óptica

La fabricación de fibras ópticas consta esencialmente de dos etapas: la fabricación de la preforma, y el estirado y recubrimiento de la fibra óptica. Dada la facultad de producir vidrios de alta pureza que tiene el proceso de deposición de vapor, se utiliza un sustrato tubular de sílice de dimensiones muy precisas que se hace rotar en un torno y se calienta, mientras se hace pasar por él una mezcla de gases de alta pureza química. Cerca de la zona caliente tiene lugar una reacción química y se deposita material muy puro. Desplazando dicha zona a lo largo del tubo, queda adherida una capa uniforme a su superficie interior. Mediante sucesivos pases se consiguen capas con el espesor y composición requeridos.

Después se colapsa el tubo a temperatura más elevada en una varilla maciza o preforma, en cuyo centro la capa de vidrio depositada forma un filamento con el perfil del índice de refracción que requiere la fibra. Esta preforma se monta luego en una torre de estirado y se mete en un horno, estirándose la fibra desde su extremo reblandecido y aplicando sobre su superficie capas de polímeros que la protegen y hacen más manejable.



Esquema de una torre de estirado de fibra óptica, en el que se aprecian los diversos procesos de obtención de fibra óptica a partir de la preforma. Utiliza un doble crisol: el material del núcleo (mayor índice) se coloca en el crisol interior, que es rodeado por un segundo crisol, concéntrico, en el que se coloca el material de la cubierta de la fibra.

74HC4060

El circuito integrado 74HC4060 es un contador de estados binarios de 14 etapas. Este contador está construido con tecnología microCMOS, con lo que tiene muy bajo consumo y gran inmunidad al ruido, alcanzando una velocidad similar a la LS-TTL.

Los estados correspondientes del contador van cambiando con la transición negativa del reloj, es decir, funciona por flanco de bajada y todas las salidas son puestas a cero aplicando un nivel alto a la entrada de inicio o puesta a cero. También tiene dos entradas adicionales para poder conectar fácilmente un circuito RC o un oscilador a cristal de cuarzo.

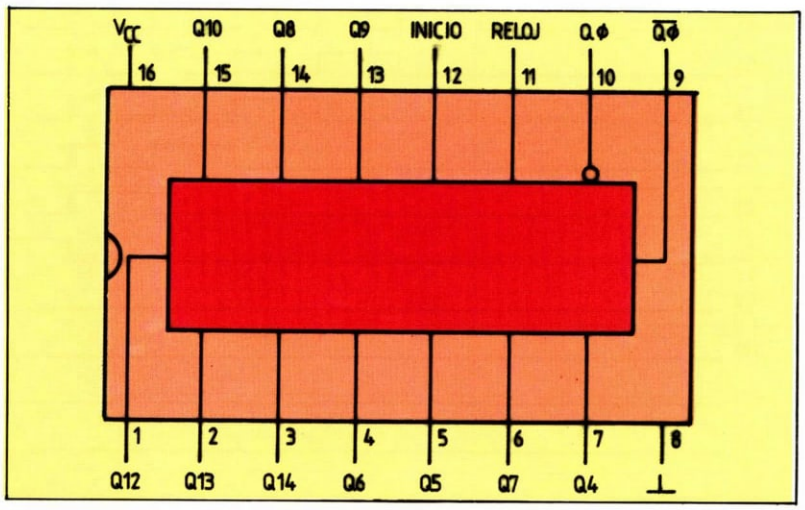
Todas las entradas están protegidas contra el posible daño que pudiera producirse debido a una descarga estática, por medio de diodos de protección entre alimentación y tierra. Este integrado es compatible patilla a patilla con el 4060.

Encapsulado

Este circuito integrado se fabrica principalmente en formato DIL (Dual-in-Line) cerámico y plástico de 16 patillas de separación estándar.

Características

— Típico retardo de propagación: 16 ns.
— Alimentación: 2 a 6 V.



Disposición de los terminales del circuito integrado 4060, en una vista superior del encapsulado Dual-in-Line, en donde se ve la función de cada patilla.

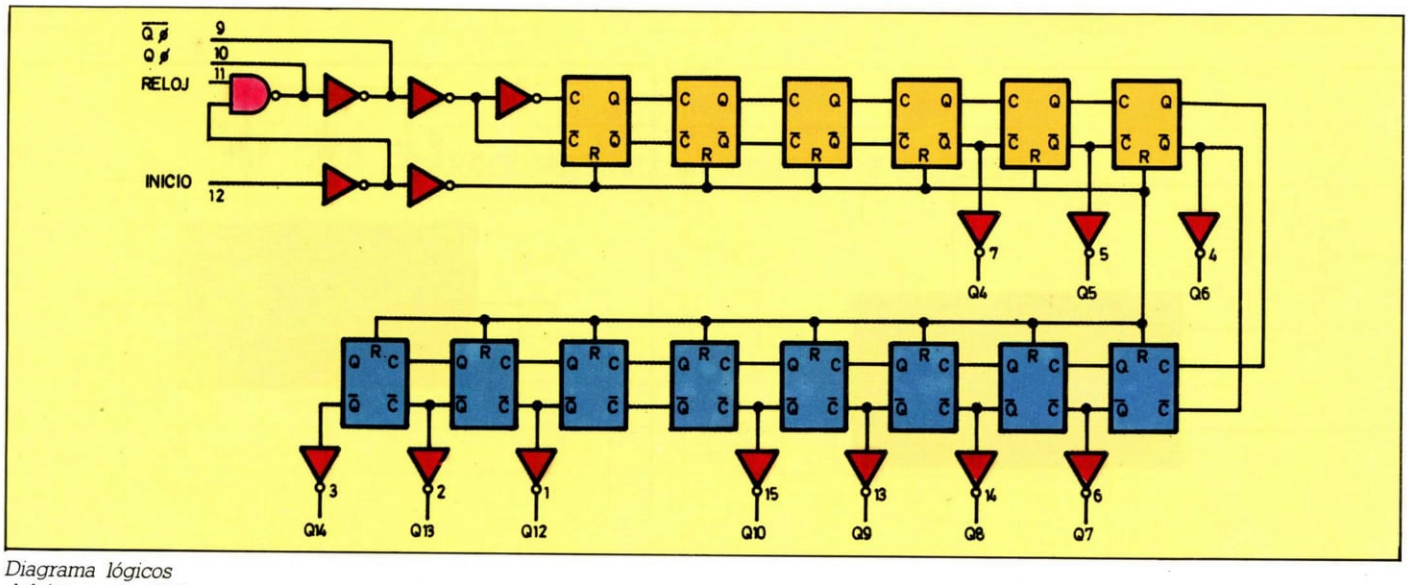


Diagrama lógicos del integrado 4060.

— Consumo por entrada: 1 μA máximo.
— Bajo consumo de alimentación: 80 μA máximo.
— Gran capacidad de salida: 10 cargas LS-TTL.

Valores límite de funcionamiento

— Alimentación (V_{CC}): −0,5 a 7 V.
— Tensión continua de entrada (V_{IN}): −1,5 a V_{CC} + 1,5 V.
— Tensión continua de salida (V_{OUT}): − 0,5 a V_{CC} + 0,5 V.
— Corriente continua de salida por patilla (I_{OUT}): ± 25 mA.
— Corriente continua de alimentación y tierra, por patilla: ± 50 mA.
— Temperatura de almacenamiento (T_{STG}): −65 °C a 150 °C.
— Disipación de potencia (P_D): 500 mW.
— Máxima temperatura para soldar (T_L) (10 segundos): 260 °C.

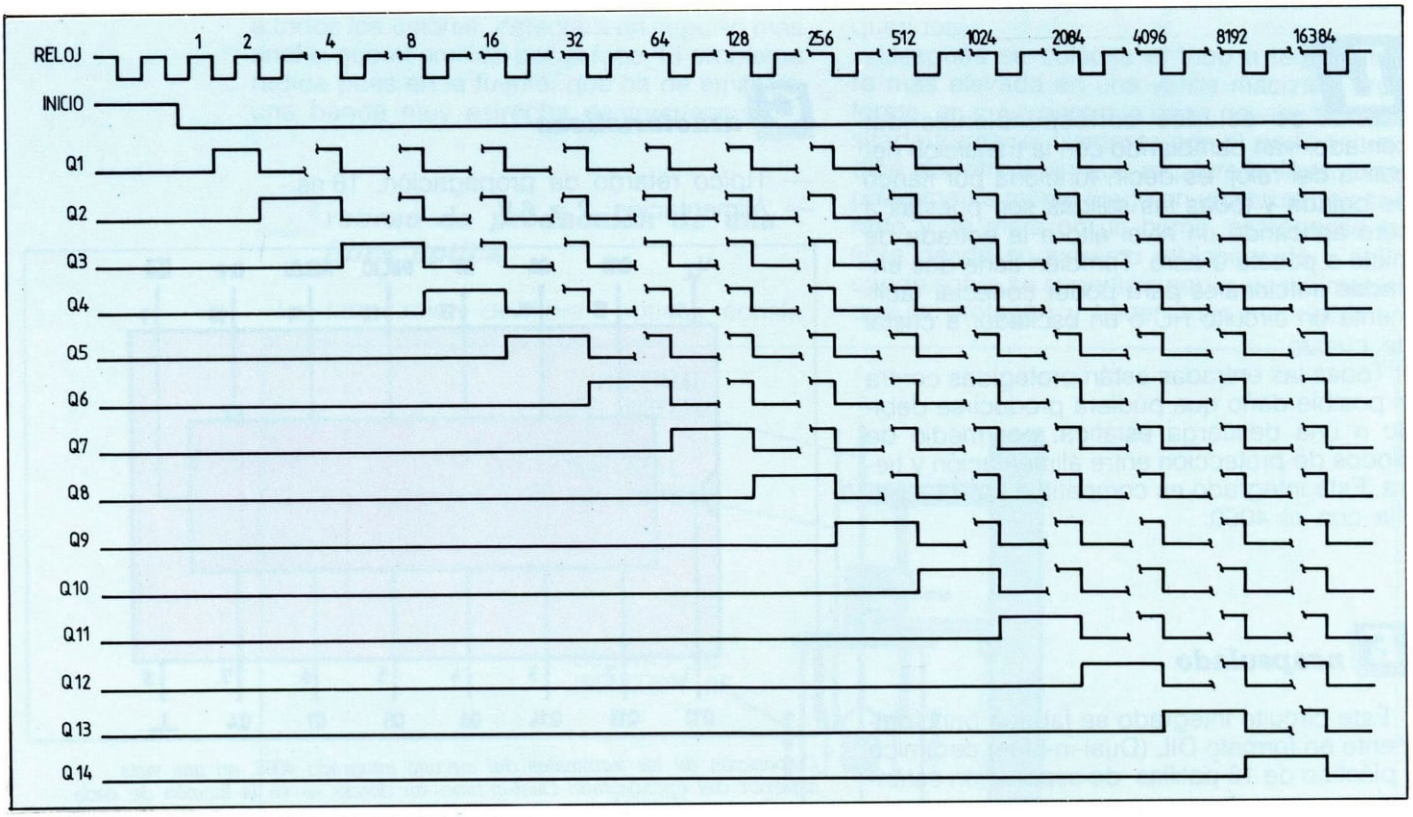
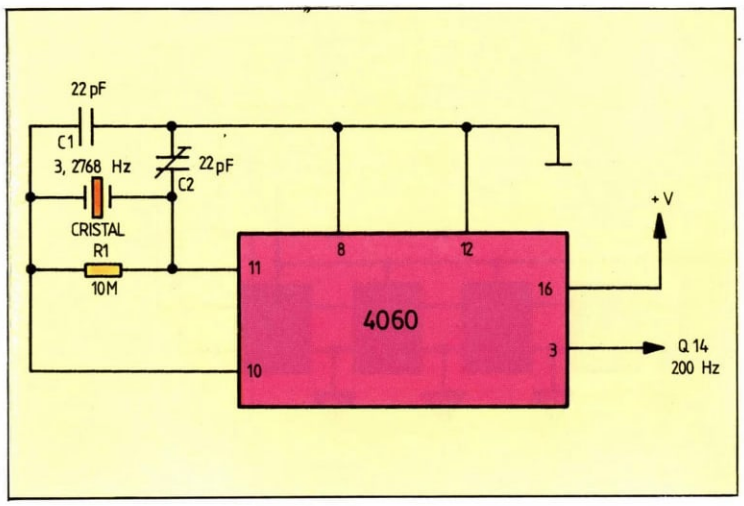
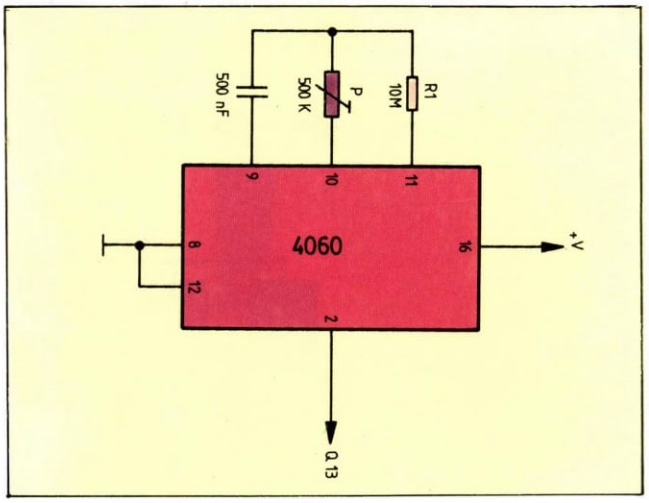


Diagrama de tiempos, relacionando el reloj con todas las salidas disponibles e intermedias.



Típica aplicación para sacar 200 Hz a partir de un cristal de cuarzo comercial. Circuito muy estable.



Oscilador, partiendo de una red RC. Con el potenciómetro P se puede ajustar la frecuencia de salida.

Fabricantes

La serie CMOS la fabrican la mayoría de las casas productoras, siendo todavía menos extendida la microCMOS. A continuación damos las más importantes:

— National Semiconductor: MM54HC4060 (serie militar), MM74HC060 (serie industrial) y CD4060 (serie CMOS).
— RCA: CD4060 (CMOS).
— Signetics: HCF4060 (CMOS).

Aplicaciones

Por ser un contador con múltiples salidas (4-10 y 12-14) disponibles de las 14 etapas, se utiliza principalmente, y con ayuda de una red RC adecuada o un cristal de cuarzo, como un oscilador estable de precisión o divisor de frecuencia.

Es muy utilizado en el campo digital por necesitar muy pocos elementos exteriores para conseguir una frecuencia muy estable de un valor extraño a partir de un cristal de cuarzo corriente y fácil de conseguir.

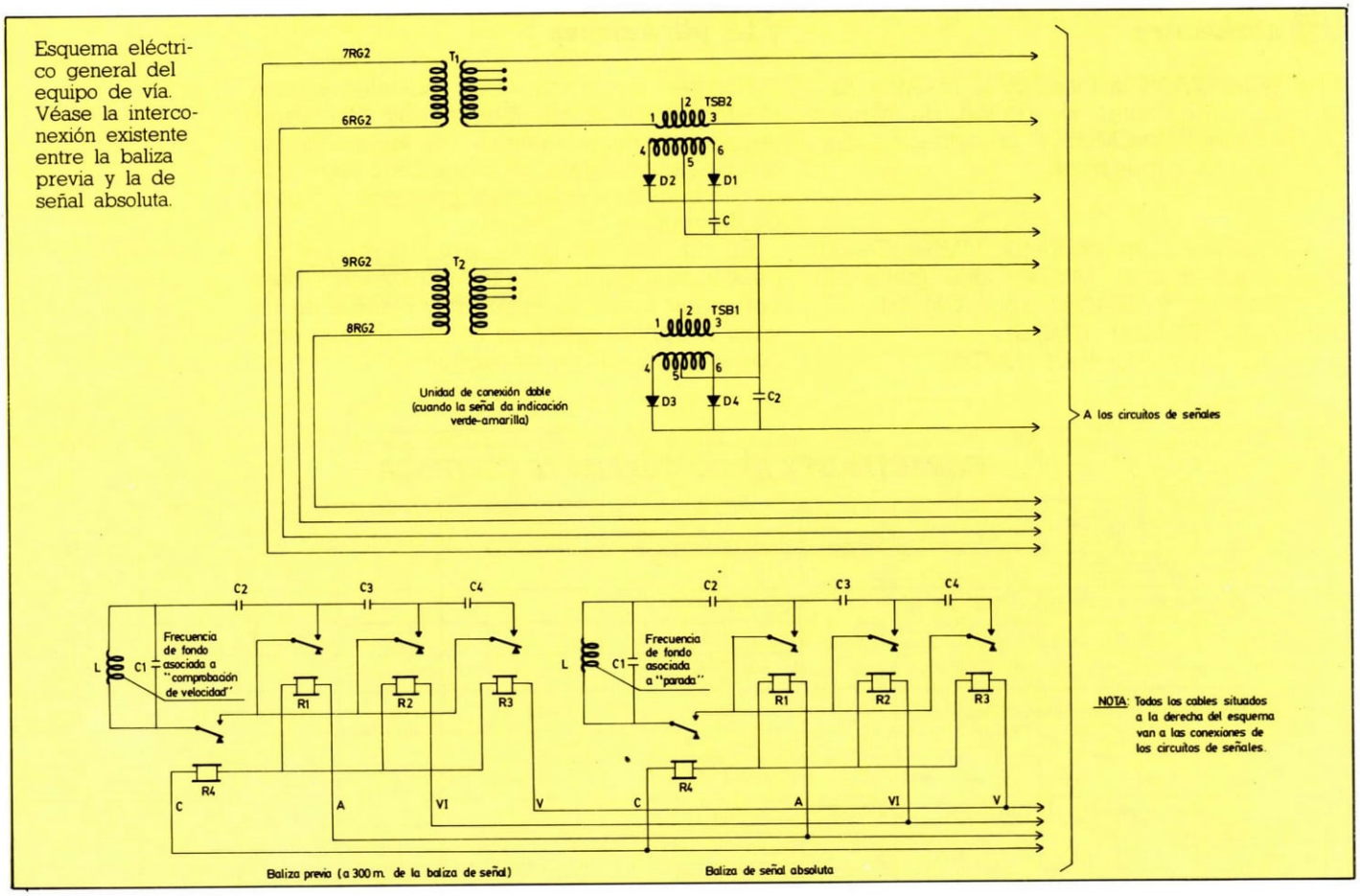
CARACTERISTICAS EN CORRIENTE CONTINUA

PARAMETRO Denominación	Símbolo	Condiciones de medida	VALORES Mín.	Típ.	Máx.	Unidades
Tensión de entrada mínima para nivel alto	V_{IH}	$V_{CC} = 2\ V$	—	1,5	—	V
		$V_{CC} = 4,5\ V$	—	3,15	—	V
		$V_{CC} = 6\ V$	—	4,2	—	V
Tensión de entrada máxima para nivel bajo	V_{IL}	$V_{CC} = 2\ V$	—	0,3	—	V
		$V_{CC} = 4,5\ V$	—	0,9	—	V
		$V_{CC} = 6\ V$	—	1,2	—	V
Tensión de salida mínima para nivel alto (excepto patillas 11 y 12)	V_{OH}	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL}				
		$I_{OUT} \leq 20\ \mu A$; $V_{CC} = 2\ V$	1,2	—	9	V
		$I_{OUT} \leq 20\ \mu A$; $V_{CC} = 4,5\ V$	4,4	—	4,5	V
		$I_{OUT} \leq 20\ \mu A$; $V_{CC} = 6\ V$	5,9	—	6	V
		$I_{OUT} \leq 4,0\ mA$; $V_{CC} = 4,5\ V$	3,7	—	4,2	V
		$I_{OUT} \leq 5,2\ mA$; $V_{CC} = 6\ V$	5,2	—	5,7	V
Tensión de salida máxima para nivel bajo (excepto patillas 11 y 12)	V_{OL}	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL}				
		$I_{OUT} \leq 20\ \mu A$	0	—	0,1	V
		$I_{OUT} \leq 5,2\ \mu A$	0,2	—	0,4	V
Corriente máxima de entrada	I_{IN}	$V_{IN} = V_{CC}$ o GND; $V_{CC} = 6\ V$	—	± 0,1	—	μA
Corriente de alimentación	I_{CC}	$V_{IN} = V_{CC}$ o GND; $V_{CC} = 6\ V$ $I_{OUT} = 0$	8	80	160	μA

CARACTERISTICAS EN CORRIENTE ALTERNA

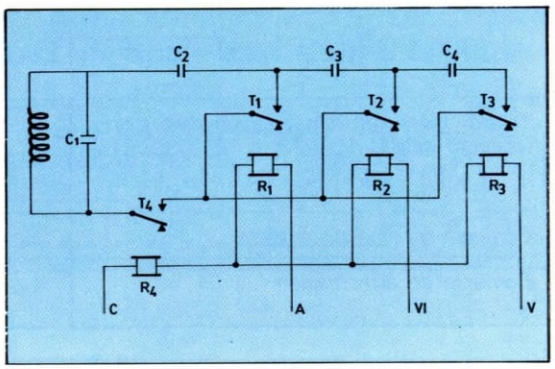
PARAMETRO Denominación	Símbolo	VALORES Mín.	Típ.	Máx.	Unidades
Máxima frecuencia de operación	$f_{MÁX}$	3	24	50	MHz
Retardo de propagación máximo de reloj a Q4	t_{PHL}, t_{PLH}	35	60	450	ns
Retardo de propagación máximo de inicio a cualquier Q	t_{PHL}	20	60	358	ns
Mínima anchura del pulso	t_w	14	20	120	ns
Máximo tiempo del flanco	t_r, t_f	400	500	1.000	ns
Máximo tiempo de respuesta de salida	t_{THL}, t_{TLH}	9	19	110	ns
Capacidad de entrada	C_{IN}	5	—	10	pF

Esquema eléctrico general del equipo de vía. Véase la interconexión existente entre la baliza previa y la de señal absoluta.



Canal	Frecuencia en Hz	Aspecto de la señal	Informaciones	Observaciones
L_1	60.000	Amarillo o verde-amarillo	Anuncio de parada o anuncio de precaución.	
L_2	64.020	Verde intermitente		Prevista para el futuro
L_3	68.310	Verde	Vía libre.	
L_8	95.500	Rojo	Parada.	Frecuencia de fondo

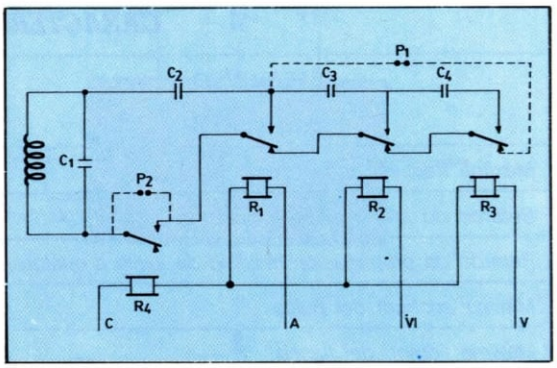
Informaciones que suministra la baliza de fondo rojo.



Esquema eléctrico perteneciente a una baliza de fondo rojo o de fondo comprobación de velocidad.

Canal	Frecuencia en Hz	Aspecto de la señal	Informaciones	Observaciones
L_1	60.000	Amarillo o verde-amarillo	Anuncio de parada o anuncio de precaución.	
L_x	64.020	Verde intermitente		Prevista para el futuro
L_3	68.310	Verde	Vía libre.	
L_7	88.540	Rojo	Comprobación de velocidad.	Frecuencia de fondo

Informaciones que da la baliza de fondo comprobación de velocidad.



Esquema eléctrico de una baliza de fondo doble: con conexiones normales, fondo anuncio de parada; cortando P_1 y Ps222, fondo comprobación de velocidad.

ANUNCIO DE SEÑALES Y FRENADO AUTOMATICO

Aunque con los sistemas convencionales utilizados en la señalización ferroviaria se puede garantizar de una forma absoluta que las indicaciones de las señales son correctas, existen otros factores a tener en cuenta, que con dichos sistemas no es posible abordar. Entre ellos destaca el riesgo de errores humanos en la interpretación de las instrucciones dadas por las señales, motivado por mala visibilidad, confusiones en estaciones con gran número de señales, ilusiones ópticas, cansancio, descuido, etc. Por otro lado, a medida que las velocidades aumentan, el riesgo al que nos estamos refiriendo se incrementa, ya que el tiempo disponible para la observación de las señales por parte del maquinista disminuye notablemente.

El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático), adoptado por RENFE como ayuda al maquinista y para disminuir el riesgo citado, consiste en una *transmisión puntual* de información entre la vía y la locomotora, diseñado de tal forma que *supervisa* las operaciones efectuadas por el maquinista, en relación con las indicaciones de las señales, y provoca la aplicación automática del *freno* en caso de incumplimiento de dichas operaciones. Actualmente, las informaciones tratadas corresponden a las situaciones de vía libre, anuncio de precaución o de parada, comprobación de velocidad y parada, estando prevista su ampliación a otros aspectos importantes relacionados con la seguridad de la circulación.

Constitución del sistema ASFA

Desde un punto de vista general, el sistema ASFA consta de dos partes fundamentales: el *equipo de vía* y el *equipo del vehículo*. Por imperativos de extensión del tema dedicaremos este capítulo al estudio del primero, dejando para un capítulo posterior la descripción del equipo del vehículo.

El *equipo de vía*, cuya misión es transmitir al vehículo las indicaciones de las señales, está constituido por los siguientes dispositivos: *baliza, elementos de conmutación* y *unidades de conexión*.

La *baliza* es el elemento a través del cual se efectúa la transmisión de información correspondiente a la indicación de la señal, al «captador» del vehículo, cuando és1te pasa por su entorno. Fundamentalmente, está formada por una bobina sin núcleo, de inductancia fija, a la que pueden conectarse uno o varios condensadores, en función del estado en el que se encuentre la señal a la que va asociada, obteniéndose así un circuito capaz de *resonar* a distintas frecuencias. La baliza se sitúa siempre entre los carriles y delante de la señal.

Una de las frecuencias citadas corresponde a la de resonancia del «circuito básico», que es el constituido por la inductancia L y el condensador $_1$; otra es la generada por el circuito L, C_1, C_2 (C_1 en paralelo con C_2); la siguiente es la que pertenece a la conexión en paralelo de los elementos L, C_1, C_2, C_3, y, por último, el circuito L, C_1, C_2, C_3, C_4 nos proporciona otra frecuencia de oscilación. Asociando a cada una de estas frecuencias una determinada *información*, podremos lograr que la baliza actúe como un auténtico *transmisor* entre la señal asociada a la misma y el vehículo.

Los *elementos de conmutación* son los dis-

positivos encargados de realizar la conexión o desconexión de los mencionados condensadores, a fin de hacer resonar la baliza a la frecuencia correspondiente a las indicaciones de la señal. La materialización de estos elementos de conmutación se consigue a base de «relés de diafragma», los cuales son excitados por mediación de los dispositivos de mando de la señal.

Respecto a las *unidades de conexión,* dedicaremos a ellas el último apartado de este capítulo.

Descripción técnica de las balizas

Las balizas *conmutables* pueden ser de tres tipos: de fondo *eojo,* de fondo *comprobación de velocidad* y de fondo *doble.*

Baliza de fondo rojo

Es aquella cuya *frecuencia de fondo* es la generada por el circuito básico exclusivamente, es decir, el circuito en el que, por encontrarse los cuatro relés «desexcitados», solamente se encuentran conectados los elementos L y C_1. Esta frecuencia de fondo se asocia a la información más restrictiva que la señal asociada a la baliza puede dar, o sea, la de «parada» del vehículo (indicación *rojo).*

La frecuencia correspondiente al *amarillo* o *verde-amarillo* (anuncio de parada o de precaución, respectivamente) será la del circuito formado por L, C_1 y C_2, que resulta al cerrarse los contactos T_1 y T_4 por excitación de los relés R_1 y R_4.

La frecuencia inherente a la indicación de *verde intermitente* es la del circuito que resulta al excitar los relés R_2 y R_4, mientras que para la indicación *verde* (vía libre), la frecuencia es la generada por el circuito que se obtiene cuando se excitan los relés R_3 y R_4, es decir, el formado por los elementos L, C_1 y C_4 al cerrarse los contactos T_3 y T_4.

Así pues, las informaciones que suministra la baliza de fondo rojo son las que se detallan en la tabla correspondiente y se sitúan al pie de la señal y por eso se denomina *baliza de señal.*

Informaciones que da la baliza de fondo doble.

Canal	Frecuencia en Hz	Aspecto de la señal	Informaciones	Observaciones
L_1	60.000	Amarillo o verde-amarillo	Anuncio de parada o anuncio de precaución.	
L_2	64.020	Verde intermitente		Prevista para el futuro
L_3	68.310	Verde	Vía libre.	Frecuencia de fondo
L_7	88.540	Rojo	Comprobación de velocidad.	Frecuencia de fondo prevista para el futuro.

Baliza de fondo comprobación de velocidad

En esta baliza, la *frecuencia de fondo* es la correspondiente a comprobación de velocidad, y su valor es el de resonancia del circuito LC_1.

La frecuencia inherente a la indicación *amarillo* o *verde-amarillo* (anuncio de parada o de precaución, respectivamente), será la del circuito formado por L, C_1 y C_2; la perteneciente a la indicación *verde intermitente* resulta del circuito constituido por L, C_1, C_2 y C_3, mientras que la frecuencia de la indicación *verde* (vía libre) es la generada por el circuito formado por L, C_1, C_2, C_3 y C_4.

En el cuadro adjunto se resumen las informaciones que da la baliza de fondo comprobación de velocidad.

Esta baliza se coloca antes de la señal y a una distancia equivalente a 300 metros en horizontal, razón por la que recibe el nombre de *baliza previa.*

Baliza de fondo doble

La *frecuencia de fondo* en esta baliza es la correspondiente a la información de *anuncio de precaución* o de *parada,* pero tiene la posibilidad de pasar a fondo comprobación de velocidad. Inicialmente, es la que genera el circuito formado por L, C_1 y C_2, siendo suficiente, para pasar a fondo comprobación de velocidad, cortar el hilo en los puntos P_1 y P_2, accesibles desde el exterior.

Las informaciones que da la baliza de fondo doble se detallan en la tabla.

Esta baliza se sitúa a unos 300 metros en horizontal, antes de la señal avanzada que tiene como aspecto más restrictivo el amarillo, y que está previsto que en el futuro, por razones de explotación, pase a tener como aspecto más restrictivo el rojo.

Unidades de conexión

Las balizas se acoplan a las señales por medio de unos dispositivos que reciben el apelativo de *Unidades de Conexión.*

Su principal objetivo es el de sustituir los transformadores de alimentación de las señales por los de dichas unidades, de forma que los mismos alimentan a los relés de las balizas, proporcionándoles las indicaciones correspondientes a la señal asociada a cada una de ellas. Para su instalación es preciso efectuar un cambio de conexiones en las regletas de las señales.

Cuando se trata de una señal que no da la indicación verde-amarillo, se instala una unidad de conexión *sencilla;* sin embargo, en el caso de que la señal proporcione dicha indicación es preciso dotarla de una unidad de conexión *doble.*

GENERADOR PROGRAMABLE DE IMPULSOS

Podemos asegurar que existen infinidad de generadores de impulsos, osciladores, etc., que satisfacen en gran medida todas las necesidades e incluso todos los bolsillos, pues la gama disponible es muy amplia, y va desde la utilización de modestas puertas NAND, NOR, etc., hasta los más sofisticados sistemas de oscilación. Ahora bien, en todos ellos los impulsos se suceden uno tras otro permitiendo ajustarlos solamente en frecuencia, forma y amplitud. Pero, ¿cuántos hay que tengan la posibilidad de programar la cantidad de impulsos en un solo bloque y única vez? Se puede decir que ninguno. Pues bien, presentamos un oscilador de estas características; un instrumento de laboratorio imprescindible para trabajar con contadores, biestables J/K, etc., donde no basta con disponer de simples osciladores.

A pesar de la sencillez del circuito, la utilización resulta muy versátil; para ello está dividido en tres «elementos» básicos e independientes: disparo, oscilador y preselector, que ahora vamos a describir.

El disparo puede ser manual, por un pulsador situado en el frontal, o exterior, a través del conector dispuesto para tal fin. De una manera u otra, al disparar se origina la sucesión de la cantidad de impulsos preseleccionada. En el conector de salida Disp., un flanco de subida avisará unos nanosegundos antes de que comiencen a salir los impulsos.

Se pueden seleccionar dos modos de oscilador: oscilador exterior, e interior. Si es exterior el ancho de los impulsos de salida, después de un disparo, será función de la frecuencia del oscilador exterior. Sin embargo, seleccionando el interior el ancho se ajustará, en dos escalas de frecuencia, por medio del mando destinado para tal fin.

La cantidad de impulsos en la salida se programa por medio de dos conmutadores rotativos decimales, y estarán comprendidos entre 1 y 99 impulsos.

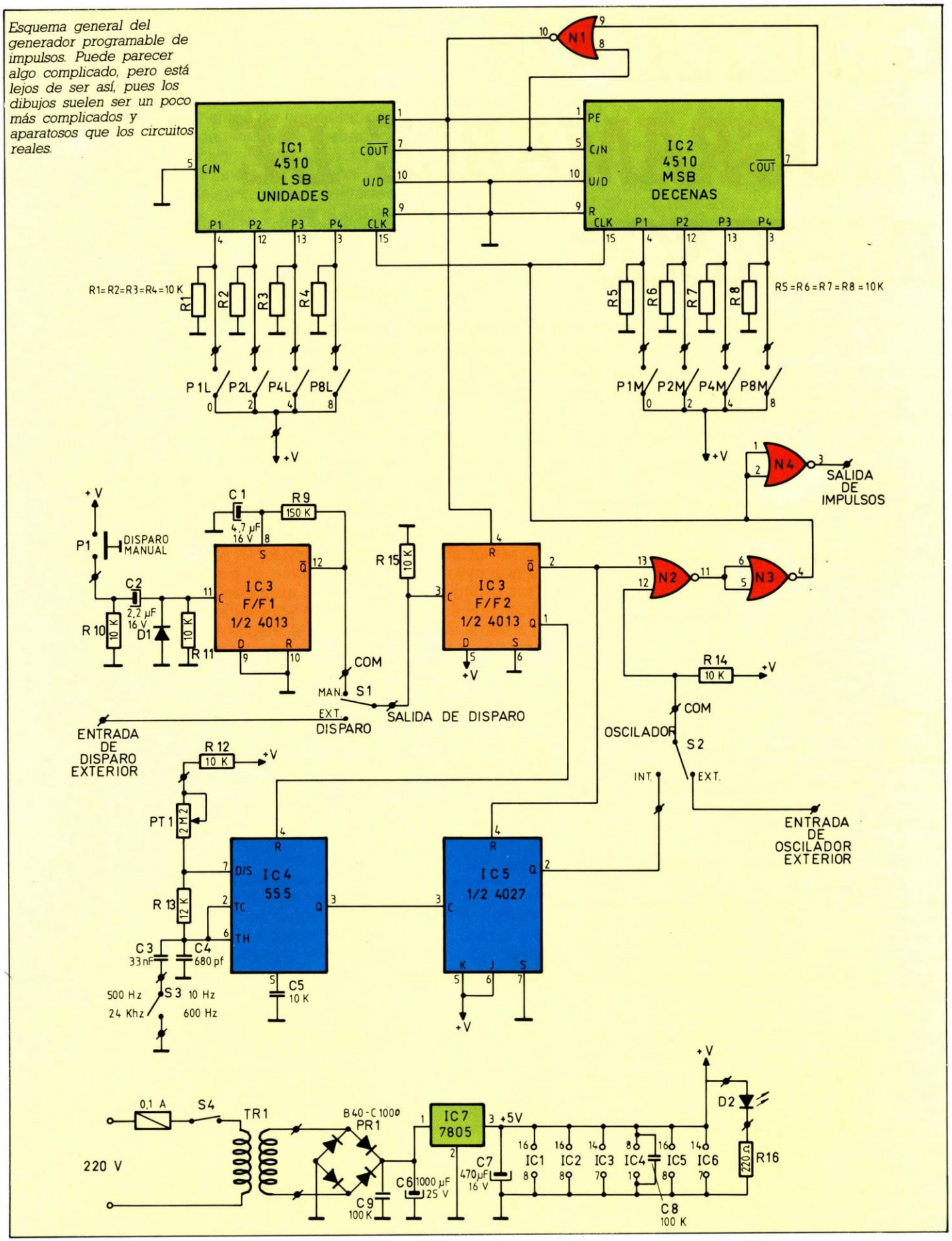
Descripción del circuito

El circuito del generador lo podemos dividir en cuatro grupos: el circuito oscilador, el control de disparo, preselección de impulsos y la fuente de alimentación.

El oscilador

El circuito oscilador está compuesto por los integrados 555 y 4027, que aunque cumplen funciones distintas, son complementarias, pues el primero es el oscilador propiamente dicho y el segundo divide por dos la salida del anterior.

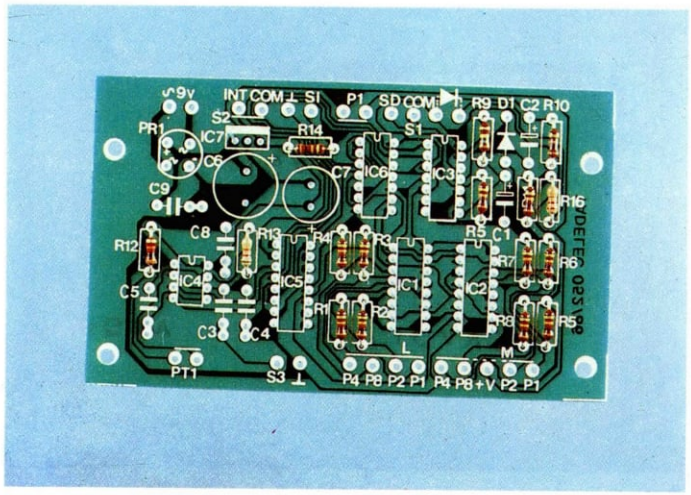
Para los que no conocen la estructura interna del 555 podría no resultarles familiar este montaje. Para ellos va destinado este pequeño resumen: dispone de dos comparadores de tensión con umbral de 1/3 (patilla 2) y 2/3 (patilla 6) del voltaje de alimentación. Sus sa-



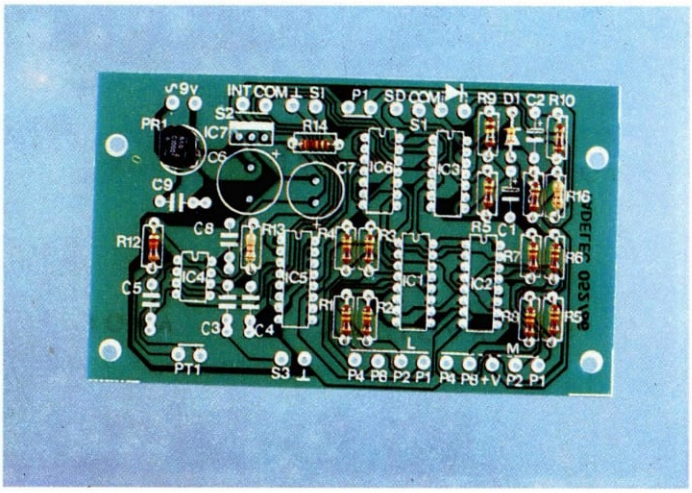
Esquema general del generador programable de impulsos. Puede parecer algo complicado, pero está lejos de ser así, pues los dibujos suelen ser un poco más complicados y aparatosos que los circuitos reales.

lidas alimentan a las entradas R y S de un biestable, el cual controla un transistor cuyo colector se utiliza como una de las salidas del integrado (patilla 7). En un primer instante C4 comenzará su carga a través de R13, PT1 y R12; cuando el valor de la tensión en los extremos del condensador supere los 2/3 del voltaje de alimentación, el biestable hará conducir al transistor interno, por lo que la patilla 7 pasará a ser «0», iniciándose la descarga del condensador a través de R13. Cuando el voltaje llegue a 1/3 de la alimentación, el biestable cambiará de estado y dejará de conducir el transistor, por lo que terminará la descarga, comenzando un nuevo ciclo de carga. Otra salida similar a la del transistor se utiliza como señal de oscilación (patilla 3). El biestable tiene una entrada (patilla 4) que en estado «0» no le permite ningún cambio de estado, por lo que la salida permanecerá inalterable, independiente de cómo se encuentren el resto de las entradas.

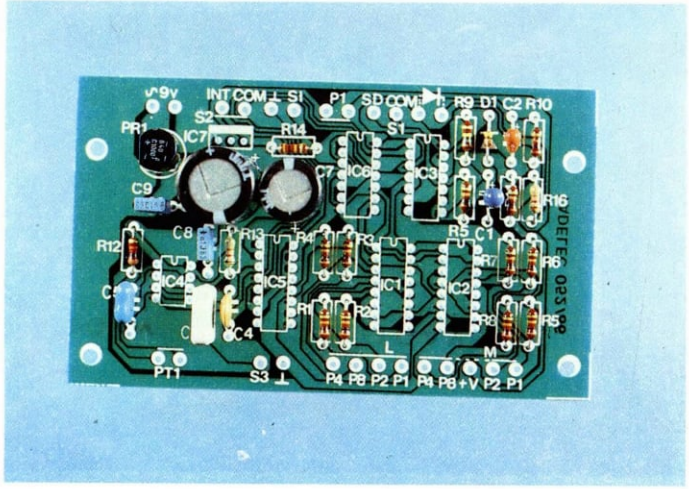
Visto esto la conclusión es clara: la frecuencia del oscilador dependerá de los valores de las resistencias y del condensador. De ahí la utilización de un potenciómetro y dos condensadores de distinto valor para conseguir un amplio margen de variación de la misma. Pero hay un problema: es imposible conseguir la misma duración de carga y descarga del condensador; esto supone obtener una señal asimétrica en la salida. Es aquí donde entra en juego el segundo integrado (4027). Según tiene conectadas las entradas «J» y «K», por cada flanco de subida que haya en la entrada de reloj (patilla 3), su salida «Q̄» cambiará de estado. El resultado conseguido es una señal simétrica, pero de frecuencia reducida a la mitad de la de entrada, pues serán necesarios dos flancos de su-



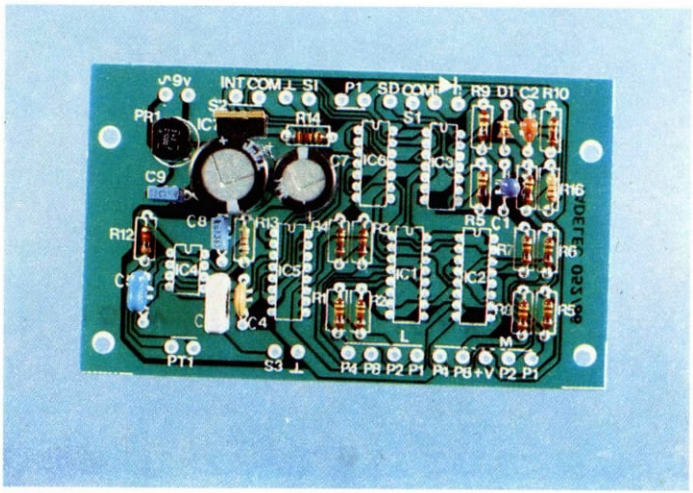
1 *Como primer paso insertaremos y soldaremos las resistencias en sus respectivos lugares. Se evitará algún que otro error colocando primeramente R1, finalizando por R16, o bien se puede seguir el orden establecido en la lista de componentes.*



2 *Colocaremos el diodo 1N4148 teniendo en cuenta su posición física o, lo que es lo mismo, su polaridad. Después se insertará el puente rectificador, lo que no presentará problema alguno, pues la serigrafía nos muestra cómo colocarlo.*



3 *Colocar los condensadores en sus respectivas posiciones, teniendo en cuenta las figuras de la serigrafía. Prestar especial atención a los electrolíticos y de tántalo, porque tienen polaridad. Normalmente en los de tántalo está marcado el terminal positivo.*



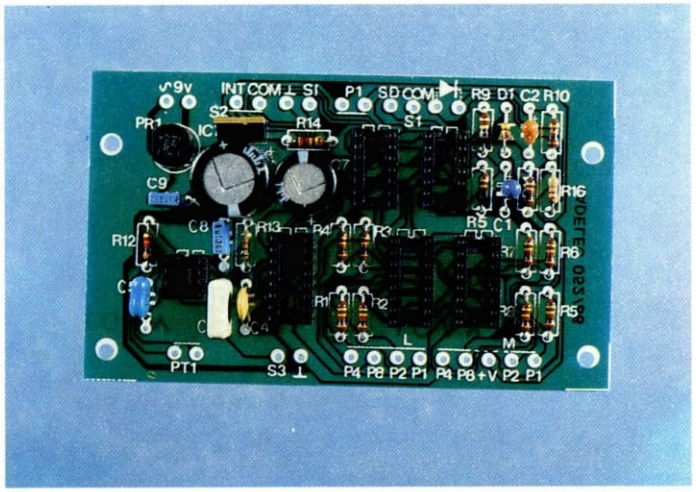
4 *En este paso montaremos el integrado regulador 7805, lo soldaremos y cortaremos las patillas sobrantes. Como el consumo de corriente del circuito es muy pequeño, no hará falta colocarle radiador, pues en cualquier condición no deberá calentarse nada.*

bida en la entrada para que la salida cambie dos veces de estado, esto es, volver a la condición de comienzo. Cuando su entrada «R» (patilla 4) es «1», pasa a ser también «1» la salida «Q̄», no permitiendo nuevos cambios de estado hasta que cese esa condición. La conexión «R», tanto del 555 como del 4027, tiene una única misión: mantener un cierto sincronismo en la subida hacia «1» de la salida «Q̄» del 4027, y que ahora veremos.

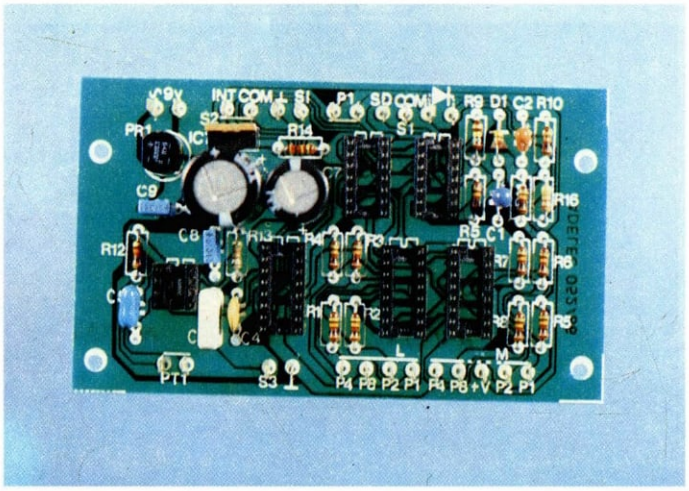
Las entradas «CLK» de los integrados 4510 son activadas con subidas, hacia «1», por lo que el último impulso contado será la última subida a «1» de «Q̄». Si en el momento de la subida pasa a ser «1» la entrada «R», ya no habrá más flancos de la salida «Q̄». Esto supone no obtener más impulsos en la salida del generador. Como la señal que llega a «R» del 4027 también le llega al 555, aunque invertida, éste dejará de oscilar, manteniéndose así hasta que cambie dicha condición. Cuando se libera, bien por un disparo manual o exterior, el integrado 4027 necesitará como mínimo dos impulsos para pasar nuevamente su salida «Q̄» a «1», asegurando así una perfecta simetría en el primer impulso de salida del generador.

Control de disparo

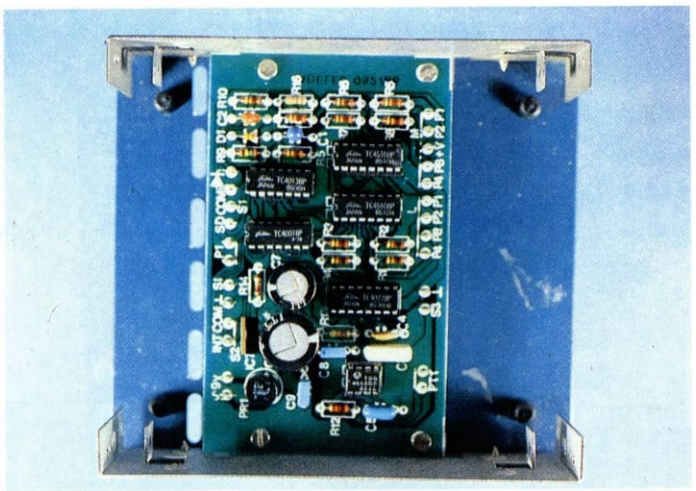
Este circuito se encarga de poner en marcha el oscilador y habilitar la salida de impulsos del generador al recibir un impulso de disparo, bien sea manualmente o a través de la entrada de disparo exterior, deteniéndolo y bloqueando la salida cuando recibe la orden de final de cuenta de impulsos de los conta-



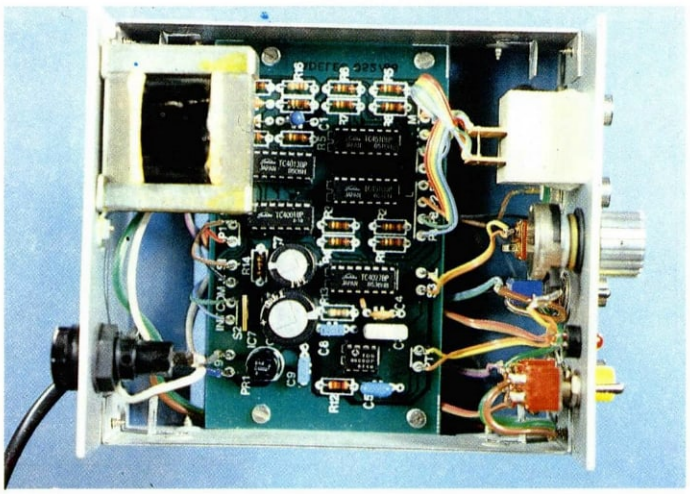
5 *Insertar los zócalos en sus lugares, prestando atención al índice o señal que determina la posición de la patilla 1. En la serigrafía está marcada la situación de cada zócalo, así como la referencia, para evitar posibles errores.*



6 *A continuación soldaremos todos los espadines. Resultará muy sencillo soldar en ellos los cables procedentes de los conmutadores, conectores, etc., aun después de fijar el circuito impreso en la caja. Colocarlos de manera que no se cortocircuiten entre sí.*



9 *La caja dispone de varias escuadras taladradas para sujetar el circuito impreso; pues bien, colocaremos nuestro circuito en cuatro de ellas, por lo que no habrá que hacer adaptaciones en la caja. El circuito queda bastante separado del fondo, evitando la posibilidad de cortocircuitos.*



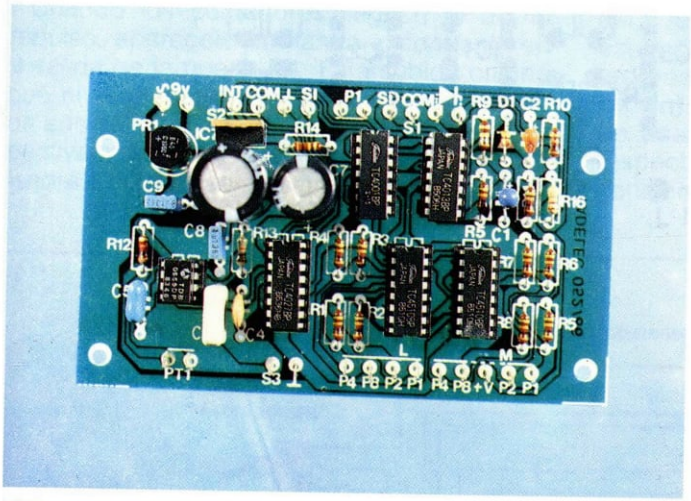
10 *Comenzar a cablear por la alimentación y continuar por los conectores del frontal. Ahorraremos tiempo y obtendremos mejores acabados utilizando cable de conexiones múltiples planos. Prestar especial cuidado al soldar en los conmutadores rotativos, pues su circuito impreso es muy delicado.*

dores. Todo esto lo hace un solo integrado (4013), pero que tiene en su interior dos básculas tipo D.

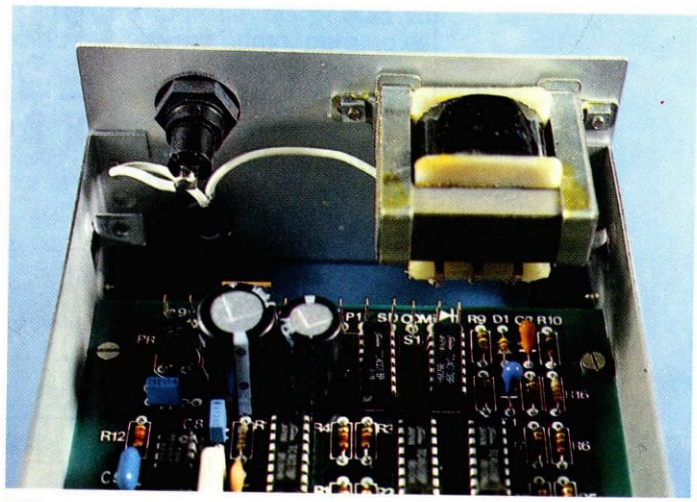
El primero de ellos se encarga de evitar los clásicos rebotes de los contactos del pulsador de disparo manual. Para las frecuencias bajas del oscilador, este circuito no sería necesario, como no lo es para los disparos exteriores, pues los rebotes son de tal período, que los impulsos de salida no serían afectados; pero no ocurre lo mismo para las altas frecuencias, porque podría haber terminado la salida de impulsos y recibir otro disparo no deseado, debido a un rebote del pulsador.

El segundo es el encargado de gobernar al oscilador y habilitar o no la salida del generador.

Al pulsar el disparo manual, el diferenciador formado por R10, R11, D1 y C2, genera un impulso con una pendiente de subida muy rápida, pero con descenso bastante lento. Así, aunque se vuelvan a abrir y cerrar los contactos del pulsador en un período de tiempo muy corto, no afectará en nada al impulso de salida, pues no se habrá descargado prácticamente nada el condensador. Al soltar el pulsador, el impulso negativo que debería aparecer en la salida del diferenciador es cortocircuitado por D1. Este flanco ascendente generado a través del diferenciador se utiliza como entrada de reloj del primer flip-flop. Su entrada «Data» se encuentra conectada a masa o «0», por lo que a cada impulso que le llegue hará que pase a «1» la salida «Q̄» (patilla 12), cargando C1 a través de R9. Como el tiempo de carga es más bien elevado, la entrada «Set» (patilla 8), no lo considerará «1» hasta transcurridos unos ins-

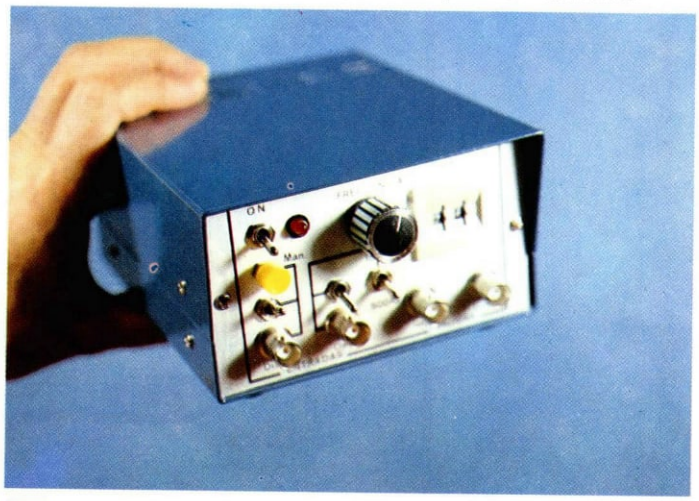


7 *Insertar los integrados en los zócalos, pero con la precaución de no tocar sus patillas con las manos, pues son del tipo CMOS y se podrían destruir con las descargas estáticas provocadas. Respetar la orientación de los circuitos para no equivocar el orden de patillas.*

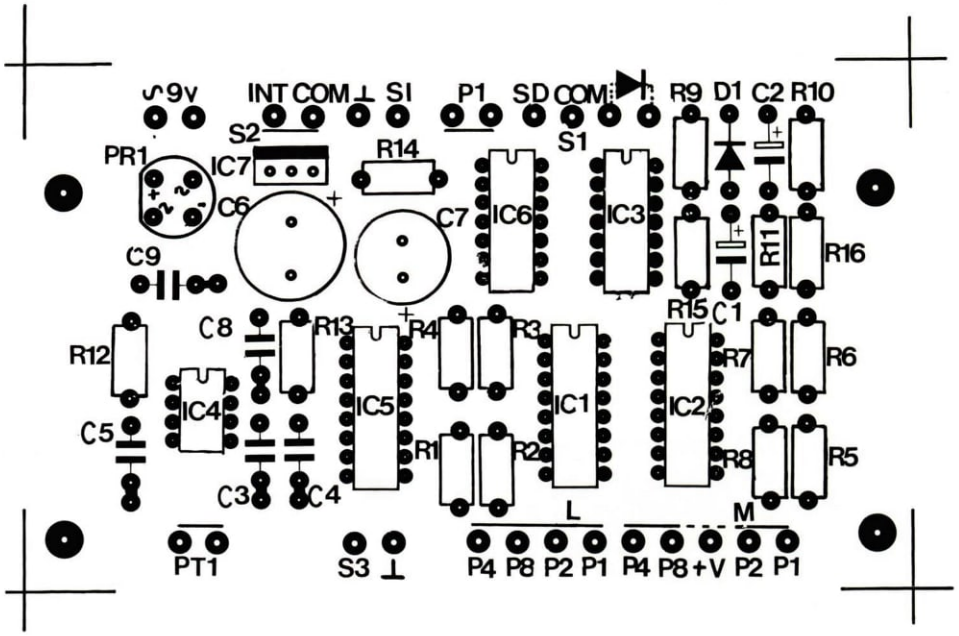


8 *Detalle de la colocación del transformador en la caja. Si lo ponemos así se ahorrará espacio en ella. Colocar las conexiones mirando hacia abajo; evitaremos posibles cortocircuitos con la tapa o con cualquier objeto metálico que se pueda introducir por las rejillas de ventilación.*

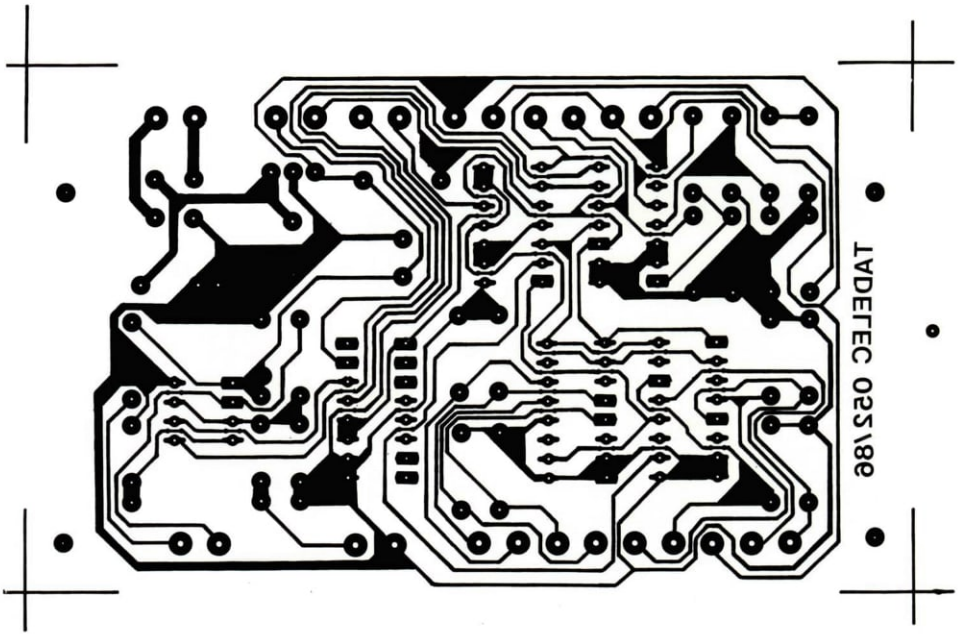
11 *Este detalle nos muestra el aspecto que tiene el frontal del generador, dándonos una idea de cómo emplazar los conmutadores de oscilador y disparo; con su posición determinan si la selección efectuada corresponde a una interior o exterior.*



12 *Acabado del generador. Podemos asegurar que poseemos un precioso instrumento para trabajar con contadores flip-flops del tipo J-K, etc. Además de ser autónomo, permite utilizarlo en combinación con un oscilador exterior, aumentando por ello sus prestaciones.*



Serigrafía del circuito impreso del generador programable de impulsos.



Circuito impreso visto por la cara del cobre.

tantes. Cuando así lo haga, pasará la salida «$\bar{Q}$» al estado que tenía anteriormente, esto es, a «0», quedando esta condición como estado de reposo. Por lo tanto se genera un solo impulso cada vez que se pulsa el disparo, aunque haya rebotes de contactos en el pulsador. Este único impulso generado será la entrada de reloj de la báscula tipo D si el conmutador de disparo se coloca en la posición de disparo manual o interior.

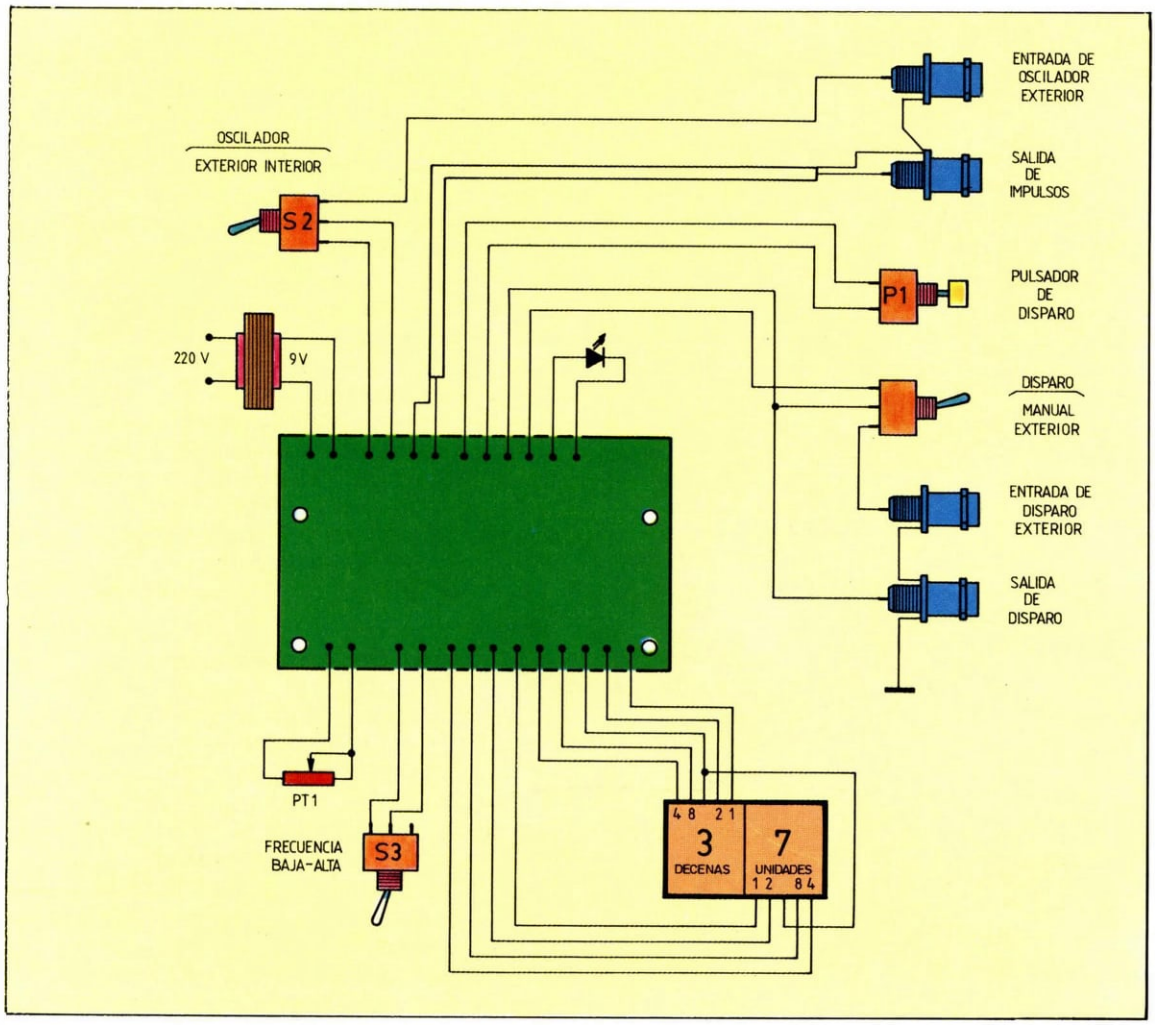
El segundo «flip-flop» tiene la entrada «Data» conectada a positivo, por lo que un flanco de subida procedente del primer circuito, o del exterior, hará pasar a «1» la salida «Q», y a «0» la «$\bar{Q}$». Estas dos salidas son precisamente las que habilitan el circuito oscilador formado por los integrados 555 y 4027 respectivamente; al mismo tiempo que «$\bar{Q}$», siendo «0», permitirá el paso de los impulsos a través de las puertas NOR.

Cuando los contadores lleguen al último impulso, aparecerá un flanco ascendente en la salida de la puerta N1. Esta subida origina que el «flip-flop» cambie del estado anterior de sus salidas «Q» y «$\bar{Q}$» a «0» y «1», respectivamente, con lo que el oscilador se detendrá y no saldrán más impulsos del generador hasta que haya un nuevo disparo, bien sea exterior o accionando el pulsador.

Preselección de impulsos

En dos conmutadores rotativos, uno para las decenas y otro para las unidades, se selecciona el número de impulsos deseados. Estos conmutadores presentan en decimal la selección efectuada, pero internamente la convierten en BCD. La salida de los códigos formados se utiliza para «cargar» los dos contadores de décadas (4510).

Tal como están interconectados los contadores puede parecer que ambos cuentan los impulsos provenientes del oscilador al mismo tiempo, pues las entradas de reloj (patillas 9) están conectadas al mismo punto, pero no es así, y explicaremos el porqué: las patillas 10 están conectadas al mismo punto; pero no es tadores contarán de manera decreciente (Down). Estos tienen una patilla de entrada de acarreo y otra de salida (patillas 5 y 7, respectivamente). La salida de acarreo es constantemente «1», excepto cuando las sali-



Cableado necesario para las conexiones del circuito impreso con los conmutadores, conectores, etc.

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1, R2, R3, R4-Resistencias 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R5, R6, R7, R8-Resistencias 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R9-Resistencia 150 K 1/4 W (marrón, verde, amarillo).
R10, R11, R12-Resistencias 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R13-Resistencia 12 K 1/4 W (marrón, rojo, naranja).
R14, R15-Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R16-Resistencia 220 Ω 1/4 W (rojo, rojo, marrón).
PT1-Potenciómetro 2 MΩ (para frontal de equipo).

CONDENSADORES

C1-Condensador 4,7 μF tántalo, 16 V.
C2-Condensador 2,2 μF tántalo, 16 V.
C3-Condensador 33 nF poliéster.
C4-Condensador 680 pF cerámico.
C5-Condensador 10 nF poliéster.
C6-Condensador 1.000 μF electrolítico, 25 V radial.
C7-Condensador 470 μF electrolítico, 16 V radial.
C8-Condensador 100 nF poliéster.

DIODOS

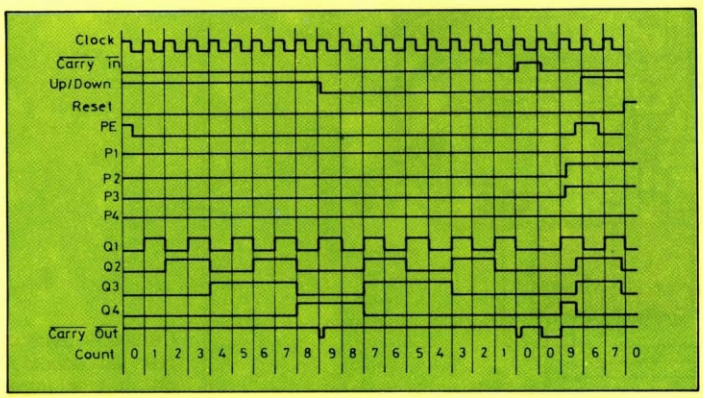
D1-Diodo 1N4148.
D2-Diodo Led 5 mm, de color rojo.
PR1-Puente rectificador B40-C1000.

CIRCUITOS INTEGRADOS

IC1, IC2-Circuitos integrados 4510.
IC3-Circuito integrado 4013.
IC4-Circuito integrado 555.
IC5-Circuito integrado 4027.
IC6-Circuito integrado 4001.
IC7-Circuito integrado 7805.

VARIOS

— Transformador de 9 V, 100 mA.
— 4 conectores tipo UG 1094/U.
— Preselector de dos décadas.
— Pulsador tipo CK8125.
— Caja RS2.
— 4 interruptores dos posiciones un circuito.
— Mando para potenciómetro.
— Soporte para Led.
— Toma de corriente (cable para red).
— Goma pasacables.
— Portafusibles (para caja exterior).
— Fusible de 0,1 A.
— Zócalo de 8 patillas.
— 3 zócalos de 16 patillas.
— 2 zócalos de 14 patillas.
— Cablecillo de conexiones.



das «Q1» a «Q4» son «0». Cuando la entrada de acarreo es «1» no permite contar los impulsos que le lleguen al contador. Como está unida la salida de acarreo del contador de las unidades con la entrada del de las decenas, se forma un «lazo» que no permitirá a éste contar impulsos hasta que el de las unidades no sea «0», pues, como hemos dicho anteriormente, la salida de acarreo solamente será «0» en ese preciso momento, permitiendo así restarle una unidad.

Ahora bien, ¿qué ocurre cuando los dos contadores lleguen a «0» (en decimal 00)? Las salidas de acarreo de los dos contadores se harán «0», con lo que aparecerá un flanco ascendente en la salida de la puerta N1. Esta subida hacia «1», además de hacer el «Reset» a la báscula tipo D, como ya vimos, carga los valores colocados en las entradas «P1» a «P4» de ambos contadores, en sus respectivas salidas «Q1» a «Q4», con lo que los contadores quedarán inicializados al valor preseleccionado por las entradas, cesando el «0» de las salidas de acarreo. Un ejemplo nos aclarará cualquier duda: supongamos que deseamos obtener 23 impulsos en la salida del generador. Lo primero que debemos hacer es colocar esta cifra en los conmutadores de preselección. Una vez efectuado el disparo comenzarán a llegar impulsos a los contadores al mismo tiempo que salen hacia el exterior del generador; éstos comenzarán a decrecer la cifra inicial de 23 hasta llegar al valor «00», momento en que aparecerá el impulso en la salida de N1, cargando nuevamente el valor de 23 en los contadores, por lo que cesa la salida de impulsos del generador y queda el sistema listo para un nuevo disparo.

Aunque el ejemplo sea válido, es un poco falso, pues el valor inicial cargado en los contadores, o bien es desconocido o es el que había antes de efectuar la nueva preselección de impulsos, porque el valor cargado es el existente en el momento de finalizar un bloque de impulsos. Quiere esto decir que después de una nueva selección habrá que hacer un disparo «falso», para cargar el valor elegido en los preselectores.

Fuente de alimentación

Como el consumo de corriente es muy pequeño, la fuente de alimentación es, además de reducida en tamaño, también en corriente a entregar; los circuitos integrados utilizados son del tipo CMOS, y de ahí el poco consumo del generador, por lo que bastará con utilizar un clásico regulador: el 7805. Con él obtendremos el voltaje y la corriente necesaria para la alimentación del circuito. Este podría ser alimentado con tensiones superiores a 5 V, pero el valor ha sido elegido sólo por motivos

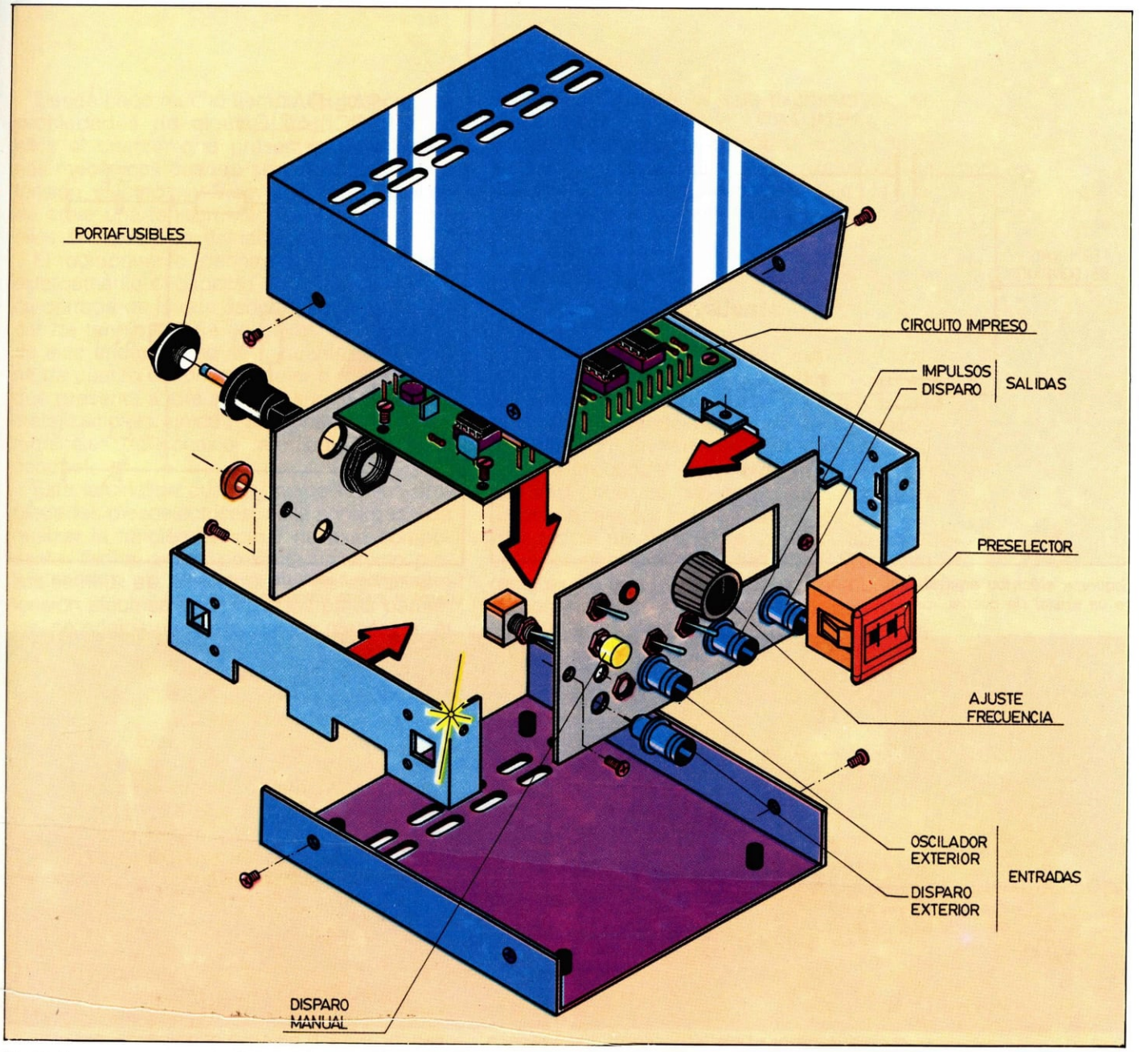
de compatibilidad, en la amplitud de los impulsos de salida, con los valores necesarios para las entradas de los integrados TTL.

El circuito puede funcionar correctamente con tensiones hasta de 15 V, pero para ello habría que cambiar el transformador y los condensadores electrolíticos, colocándolos del valor elegido, así como el regulador de la serie 78XX.

Ajuste y puesta a punto

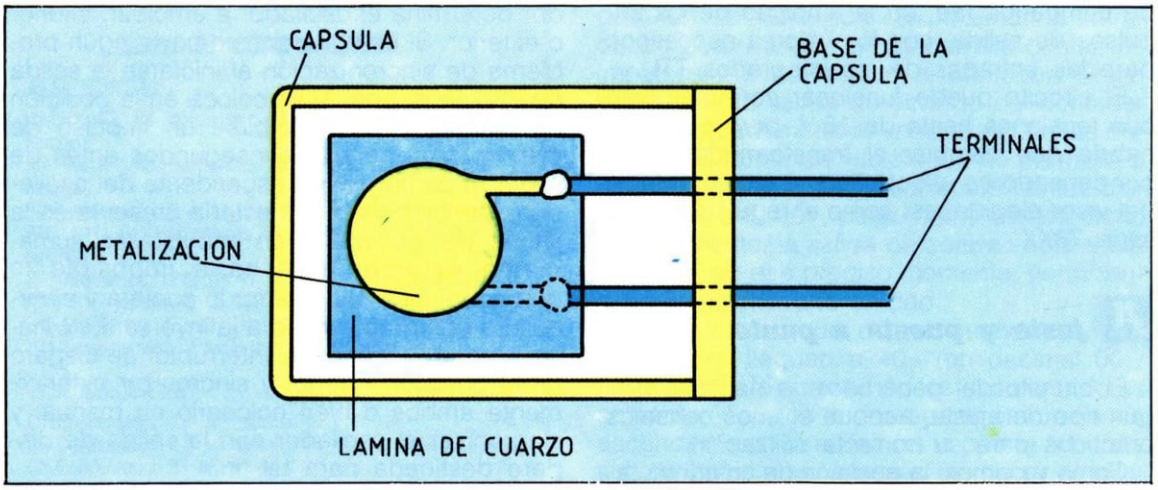
El circuito del generador no necesita ningún tipo de ajuste, aunque sí unos consejos prácticos para su correcta utilización.

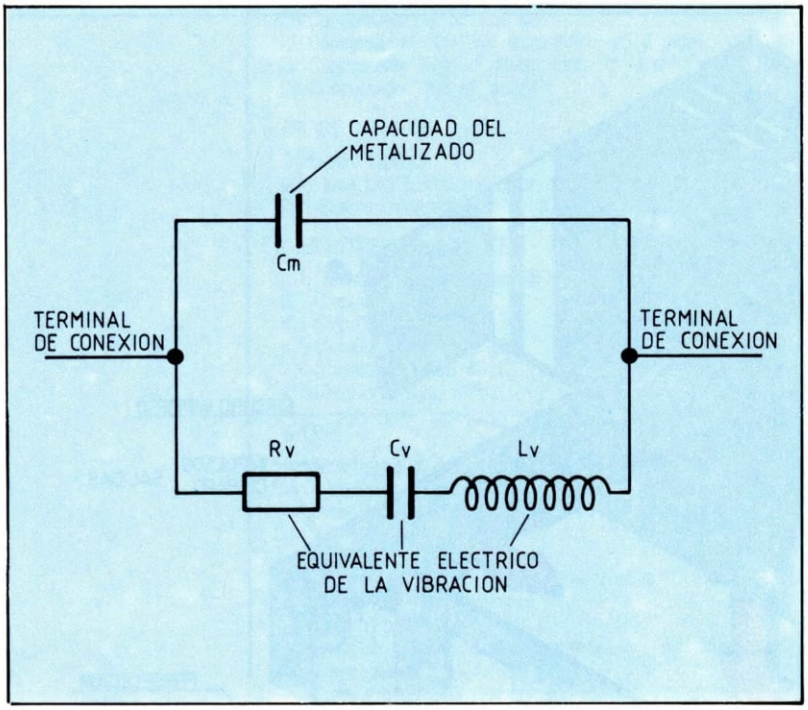
Como ya vimos, la posición de un conmutador determina el oscilador a emplear: interior o exterior. Si es el interior no hay ningún problema de sincronización al iniciarse la salida de impulsos, pero si se coloca en la posición de exterior podría recibirse un impulso de disparo muy pocos nanosegundos antes de llegar el primer flanco ascendente del oscilador exterior, con lo que estaría presente en la salida del generador un impulso tan sumamente estrecho que haría imposible lo que ocurrirá: si el contador lo contará y el circuito a comprobar no, o a la inversa. Esto hace pensar en colocar el interruptor de disparo en la posición exterior y sincronizar exteriormente ambos o bien colocarlo en manual y sincronizar el oscilador con la salida de disparo destinada para tal fin.



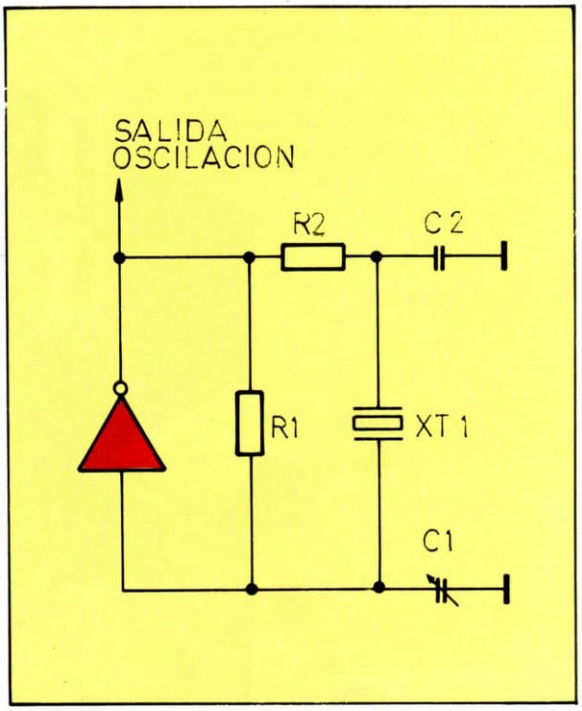
El dibujo nos muestra el despiece del generador programable de impulsos.

Sección esquemática de la estructura interna de un cristal oscilador de cuarzo.

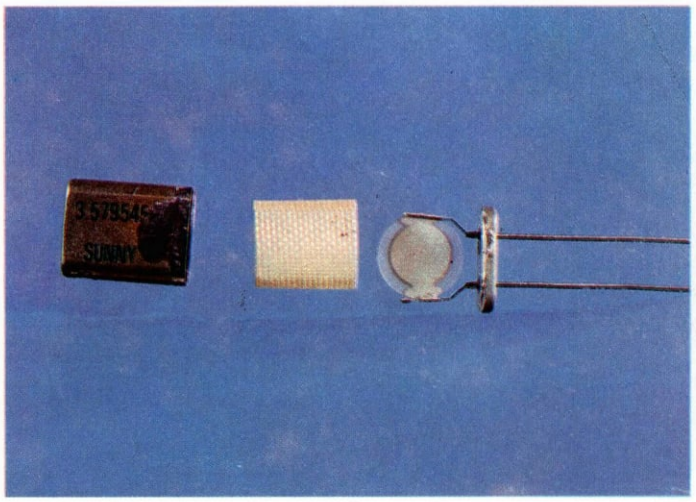




Esquema eléctrico equivalente de un cristal de cuarzo.



Configuración básica de un oscilador con cristal de cuarzo y puerta inversora lógica.



Diferentes partes que componen un cristal de cuarzo.

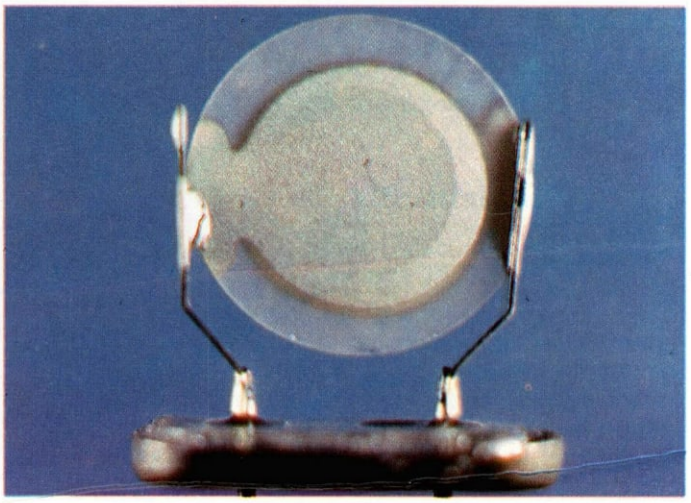


Lámina de cuarzo piezoeléctrico de forma circular, montada sobre la base de la cápsula.

CRISTALES DE CUARZO

La gran utilidad de los cristales de cuarzo piezoeléctricos es el diseño de osciladores, como elementos controladores y estabilizadores de frecuencia de trabajo.

Desde hace mucho tiempo se conocen las propiedades de algunos materiales, entre ellos el cuarzo, que presentan deformaciones mecánicas cuando se les somete a una tensión eléctrica, y viceversa, son capaces de crear una tensión eléctrica cuando sobre ellos se aplica un esfuerzo mecánico.

El componente denominado cristal tiene externamente el aspecto de una caja metálica cerrada de la que asoman por su base un par de terminales de conexión. En el interior de este encapsulado se encuentra una lámina de cuarzo en forma circular o rectangular, que presenta sobre sus dos superficies unas metalizaciones unidas eléctricamente a los terminales de conexión mediante dos hilos conductores.

Esta lámina de cuarzo, merced a sus propiedades piezoeléctricas, es la encargada de realizar la función principal de este componente. Dicha lámina presenta un efecto piezoeléctrico, de forma que, si se aplica una tensión eléctrica entre sus dos caras paralelas, se origina una deformación mecánica. Al eliminar esta tensión, la lámina recupera su forma original, pero para llegar a ella pasará por una serie de estados intermedios semejantes a una oscilación, ya que en la primera aproximación sobrepasará la forma primitiva, debido a la inercia mecánica, deformándose en sentido contrario y volviendo hacia atrás hasta que al cabo de un cierto tiempo se detendrá.

La frecuencia a la que se produce este fenómeno es fija y depende exclusivamente del cristal, pudiendo ser considerada como su frecuencia natural de oscilación.

Si en lugar de una tensión continua se aplica otra que varíe con una frecuencia igual a la propia de lámina, de forma que se encuentren en resonancia, se reforzarán notablemente las vibraciones propias del cristal, produciéndose así una oscilación mantenida por éste y estabilizada, al ser la suya propia de resonancia.

Esta resonancia desaparece en cuanto la frecuencia de la tensión de excitación se aparte un cierto número de hercios de la propia de la lámina, deteniéndose la oscilación del cristal.

Circuito equivalente

El comportamiento eléctrico del cristal puede analizarse observando su circuito equivalente, en el que se encuentran dos ramas conectadas en paralelo unidas a los terminales de conexión. En una de estas ramas se encuentra un condensador que presenta la capacidad entre las dos caras metalizadas de la lámina, así como la suma del resto de capacidades parásitas que puedan aparecer entre los dos terminales de salida. En la otra rama existe una red formada por una bobina, un condensador y una resistencia, que representa el equivalente eléctrico del circuito mecánico resonante.

El cristal puede trabajar según dos modos diferentes de operación: resonancia serie y resonancia paralelo. Las frecuencias resultantes de estas formas de trabajo son diferentes y en el momento del diseño del cristal se elige una de las dos, con objeto de favorecer el modo elegido frente al otro.

Si se elige un cristal que trabaje en resonancia serie únicamente deberá ser tenida en cuenta la resistencia serie equivalente del circuito. Sin embargo, en el modo paralelo se tomará en consideración, además, la capacidad propia del cristal.

En algunos modelos de cristal, sobre todo en aquellos preparados para funcionar con altas frecuencias, no se emplea la oscilación mecánica fundamental de la lámina, sino que se les hace trabajar a unas frecuencias supe-

riores múltiples de aquélla, encontrándose así diversos tipos de cristales que funcionan en el 3.°, 5.° y hasta en el 7.° armónico (3, 5 ó 7 veces la frecuencia natural de oscilación), alcanzando frecuencias de centenares de megahercios.

Características de los cristales de cuarzo

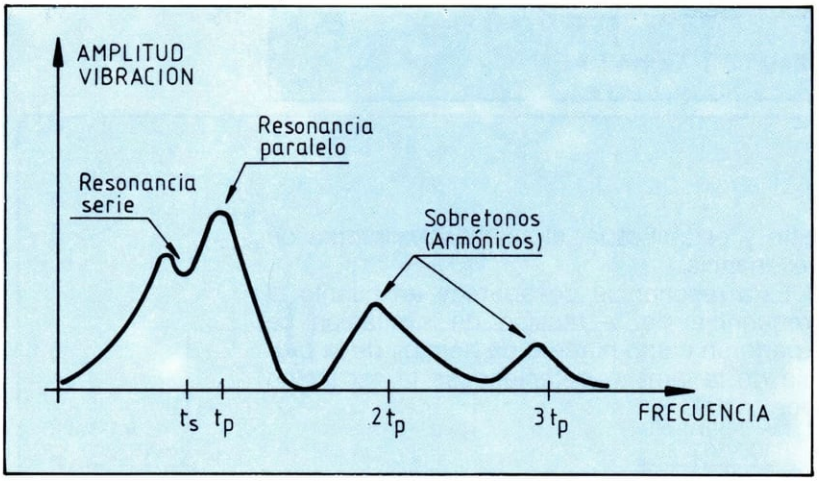
Algunos tipos de cristales están encapsulados al vacío, optimizándose de este modo el factor de calidad Q, al reducirse las pérdidas en la resistencia equivalente, ya que la lámina no tendrá que «vencer» la resistencia del aire durante su movimiento.

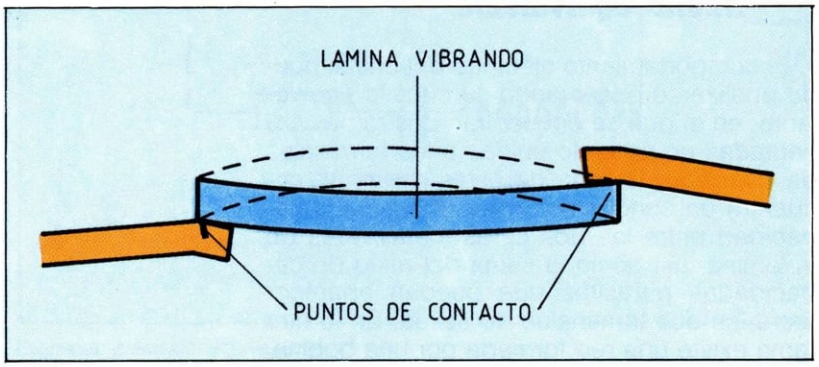
Una característica importante, que siempre habrá de tenerse en cuenta, es la variación de la frecuencia con la temperatura que presenta cada modelo de cristal, y que se encuentra cuantificada en el catálogo.

Suele expresarse en partes por millón por grado centígrado (ppm/°C) y también en forma de porcentaje. Así, por ejemplo, si se tomó un cristal de 1 MHz con una variación con la temperatura de ± 20 ppm/°C, significará que la frecuencia se desplazará en ± 20 Hz por cada grado de cambio de temperatura; por lo tanto, si se va a encontrar en un ambiente en el que puede tenerse una oscilación de 10 °C, la frecuencia va a moverse en ± 200 Hz, es decir, entre 999.800 Hz y 1.000.200 Hz.

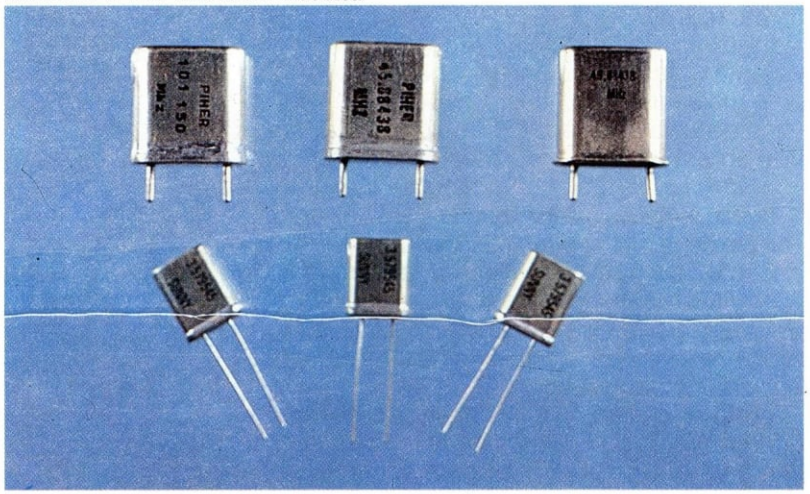
La gama de frecuencias que puede ser cubierta por la gran variedad de cristales que existen en el mercado es muy amplia, pudiéndose encontrar desde los 500 Hz hasta los 500 MHz, fabricándose incluso algunos modelos que incluyen una resistencia de calentamiento con objeto de hacer que la frecuencia sea independiente de la temperatura exterior, con lo que se consigue una alta estabilidad. Este modelo se denomina de *horno termostático*. Los encapsulados son variados en cuanto a tamaño y terminales de conexión. Estos últimos pueden encontrarse en la forma de patillas rígidas de conexión a un zócalo o de hilos flexibles para soldar en un circuito impreso. Los diferentes tamaños de cápsulas se identifican con las siglas HC seguidas de un número, por ejemplo: HC-6/U, HC-18U, etcétera.

Amplitud relativa de la resonancia mecánica de un cristal de cuarzo.





Vibración mecánica de la lámina de cuarzo al someterla a una excitación eléctrica.



Grupo de cristales de diferentes formas, tamaños y acabado externo de sus cápsulas.

Circuitos con puertas

Uno de los circuitos prácticos más utilizados es el mostrado en el dibujo. Como puede verse, se emplea una sola puerta inversora. La realimentación entre la entrada y la salida hace que se produzca una oscilación, cuya frecuencia se encarga de fijar el cristal de cuarzo ST1. La resistencia R1 sirve para polarizar la puerta para que funcione como un elemento lineal, más que como un componente digital. Así la oscilación será senoidal y no cuadrada. Los condensadores C1 y C2 permiten sintonizar exactamente la frecuencia del oscilador.

Este tipo de circuito es el empleado corrientemente en microprocesadores, relojes digitales integrados y equipos similares. No obstante, puede emplearse para usos generales utilizando cualquier tipo de puerta inversora (NAND, OR, etc.).

TDA2030

El TDA2030 es un circuito integrado monolítico especialmente diseñado para la construcción de etapas amplificadoras, para señales de baja frecuencia, en clase B. Es capaz de entregar una potencia de salida de 14 W con una distorsión de tan sólo el 0,5 por 100 sobre una carga de 4Ω, y de 8 W si la carga es de 8 Ω, cuando es alimentado con una tensión simétrica de ± 14 V.

La corriente de salida es elevada, pudiendo alcanzar los 3 A.

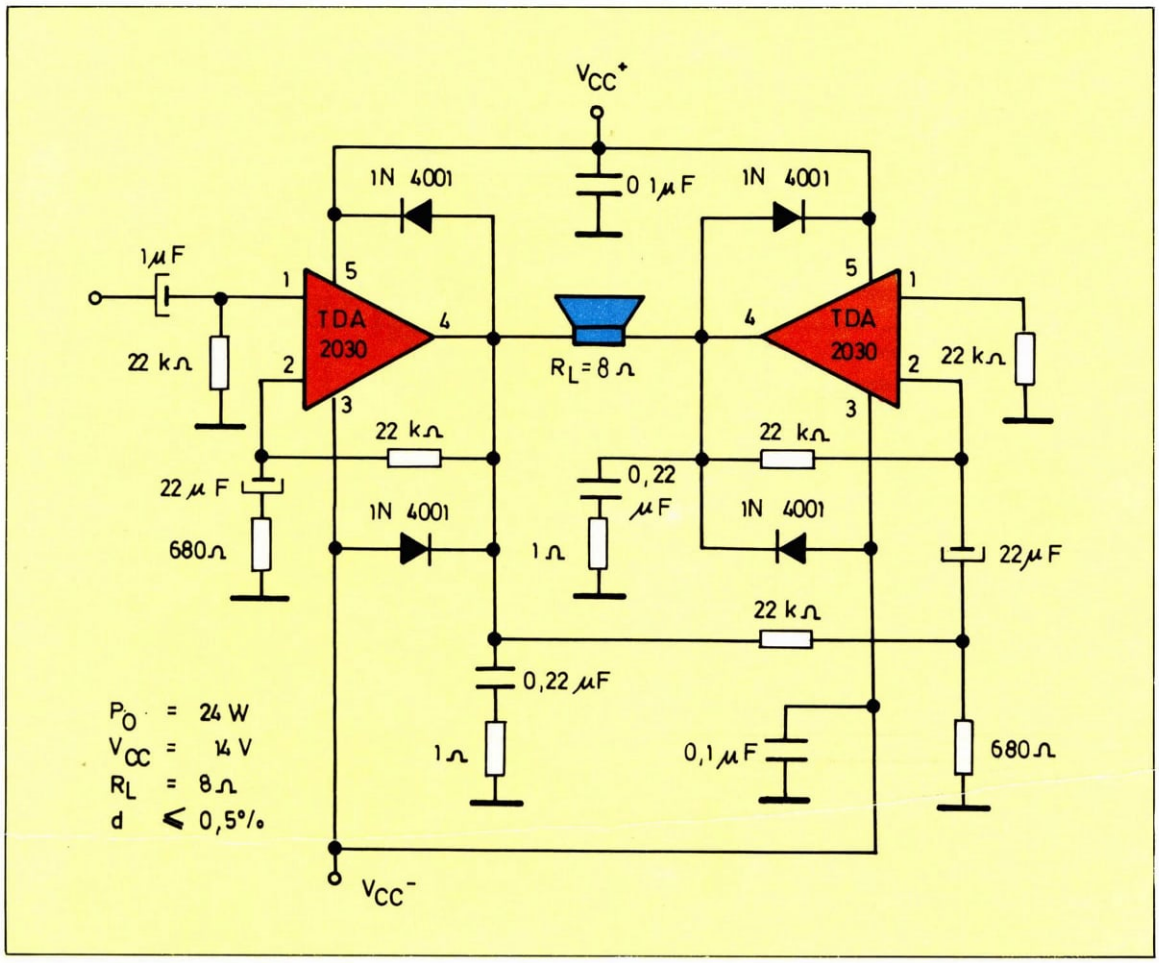
La distorsión armónica y la distorsión de cruce son muy reducidas.

Incorpora una protección contra cortocircuitos, que limita la potencia disipada siempre que el punto de trabajo y los transistores de salida estén trabajando en su zona de seguridad (SOAR).

También está dotado de un sistema de corte térmico convencional.

Encapsulado

A pesar de la complejidad interna, este circuito integrado se presenta en una cápsula de reducidas dimensiones, con una aleta metálica perforada, que facilita la instalación de disipadores. Las patillas se presentan con dos tipos de conformado, según sea para instalación horizontal (TDA2030H) o vertical (TDA2030V), este último más fácil de localizar en las tiendas de componentes.



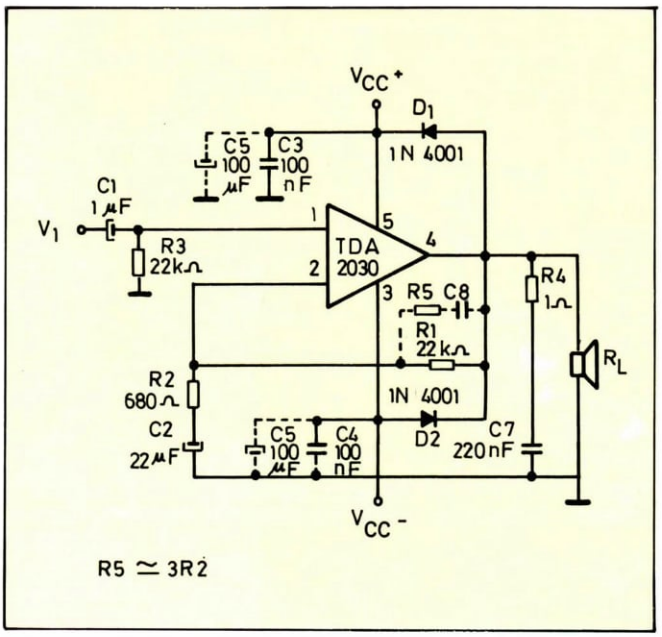
Configuración en puente, con la que se consigue una potencia de salida de 24 W.

Valores límite de funcionamiento

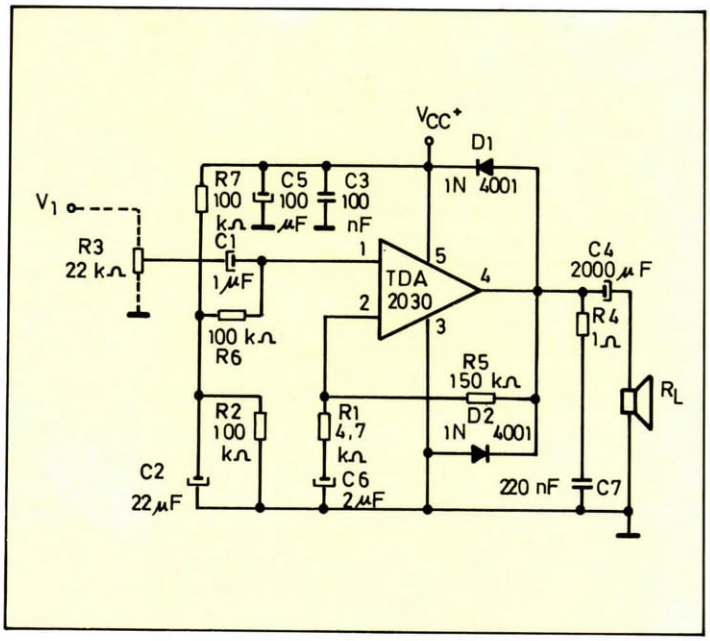
— Tensión de alimentación (V_{CC}): ± 18 V.
— Tensión de entrada (V_i): V_{CC}.
— Tensión de entrada diferencial (V_{id}): ± 15 V.
— Corriente de pico de salida (limitada internamente): I_o = 3,5 A.
— Potencia disipable ($T_{cápsula}$ = 90 °C): P_{tot} = 20 W.
— Temperatura de la unión T_j: − 40 a 150 °C.
— Temperatura de almacenamiento T_{alm}: − 40 a 150 °C.

Algunos consejos para el diseño

La masa de las entradas 1 y 2 debe estar suficientemente separada y desacoplada de



Circuito típico de aplicación.



Amplificador que utiliza alimentación única.

TABLA DE SELECCION DE COMPONENTES DEL CIRCUITO TIPICO DE APLICACION

Componente	Valor recomendado	Función	Mayor valor que el recomendado	Menor valor que el recomendado
R1	22 K	Ajuste de ganancia	Incrementa la ganancia	Disminuye la ganancia
R2	680	Ajuste de ganancia	Disminuye la ganancia	Aumenta la ganancia
R3	22 K	Polarización de la entrada no inversora	Incrementa la impedancia de entrada	Disminuye la impedancia de entrada
R4	1	Estabilidad con la frecuencia	Peligro de oscilación a frecuencias elevadas, con cargas inductivas	
R5	≃ 3 · R2	Frecuencia de corte superior	Baja atenuación en frecuencias elevadas	Peligro de oscilación
C1	1 µF	Desacoplo de continua en la entrada		Incrementa la frecuencia de corte superior
C2	22 µF	Desacoplo de continua		Incrementa la frecuencia de corte inferior
C3 y C4	100 nF	Filtro de alimentación		Peligro de oscilación
C5 y C6	100 µF	Filtro de alimentación		Peligro de oscilación
C7	220 nF	Estabilidad con la frecuencia		Peligro de oscilación
C8	$\simeq \frac{1}{2\pi BR1}$	Frecuencia de corte superior	Ancho de banda menor	Ancho de banda mayor
D1 y D2	1N400X	Protección contra picos de tensión en la salida		

la masa de salida, por la que circulan corrientes elevadas; éstas pueden originar caídas de tensión que, en el caso de diseños poco cuidados, son captadas en la entrada originando ruidos y posibles oscilaciones del amplificador.

Este circuito puede utilizarse con alimentación asimétrica con pequeñas variaciones en su circuitería auxiliar; en este caso no es necesario aislar eléctricamente el disipador de la cápsula.

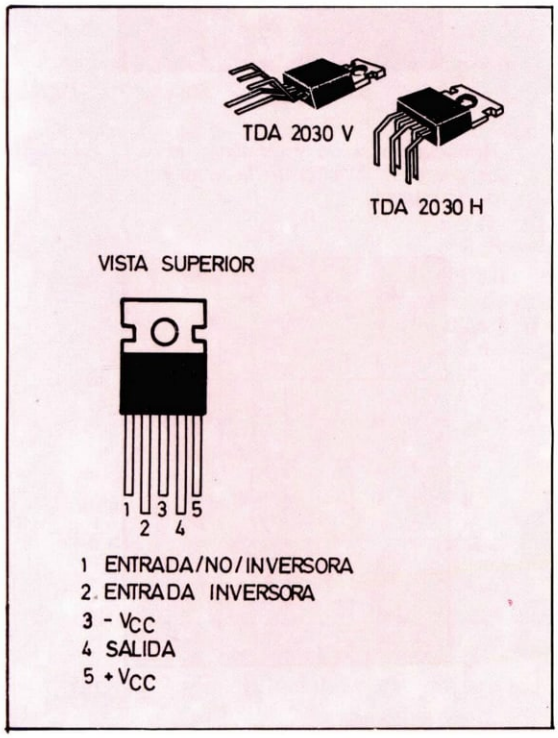
El tamaño y características térmicas del disipador no afectan al correcto funcionamiento del integrado, pues está dotado de eficaces sistemas de protección. Pero cuando estos sistemas actúan, limitan la potencia entregada a la carga; por tanto, cuando se necesitan extraer potencias elevadas será necesaria la instalación de un disipador adecuado.

Aplicaciones

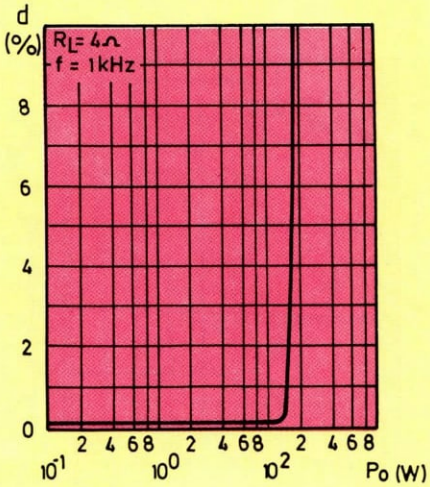
Este circuito integrado se utiliza para la construcción de amplificadores de salida de audio de gran calidad, como pueden ser receptores de radio, TV, magnetófonos, etc.

También se utiliza en equipos de comunicaciones alimentados con baterías de 24 V, como son los radioteléfonos instalados en camiones de gran tonelaje.

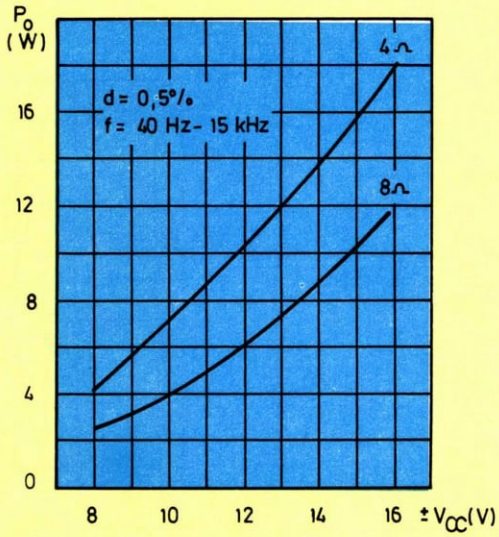
FABRICANTES
THOMSON
SGS



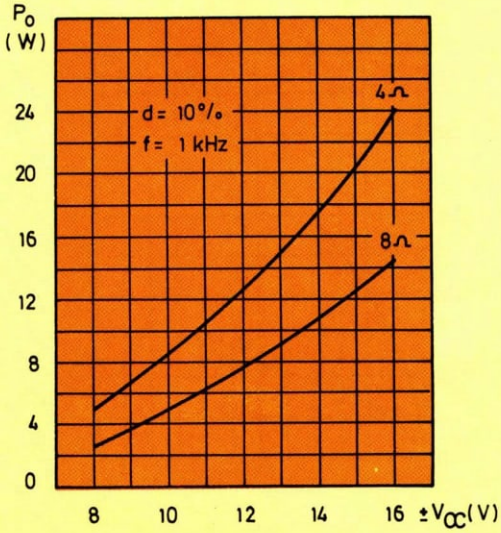
Tipos de encapsulado utilizados para el TDA2030. Distribución de terminales.



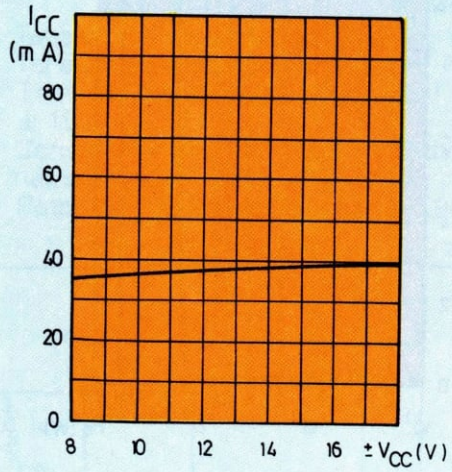
Distorsión en función de la potencia de salida, para una carga de 4 V y f = 1 kHz.



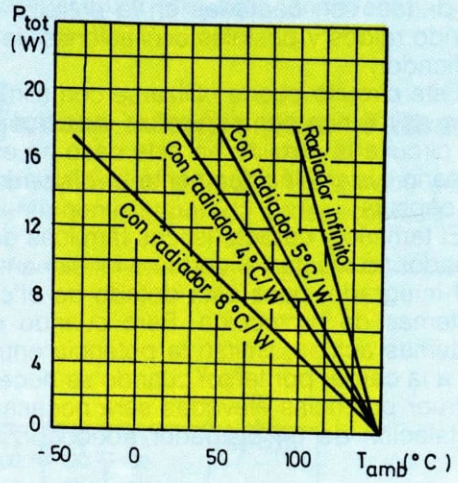
Potencia de salida en función de la tensión de alimentación para una distorsión del 0,5 por 100.



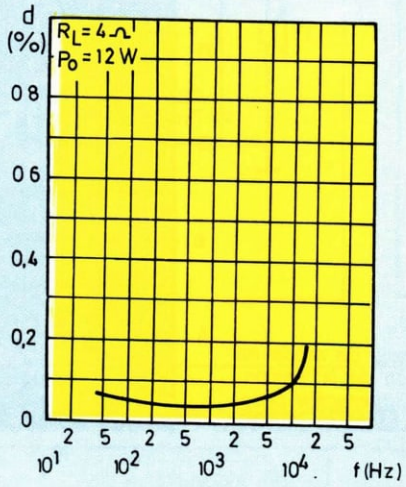
Potencia de salida en función de la tensión de alimentación para una distorsión del 10 por 100 a f = 1 kHz.



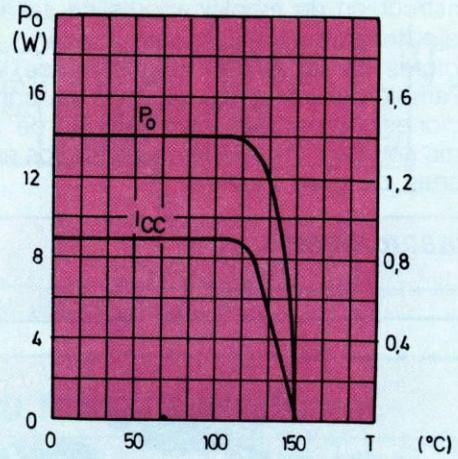
Corriente de reposo en función de la tensión de alimentación.



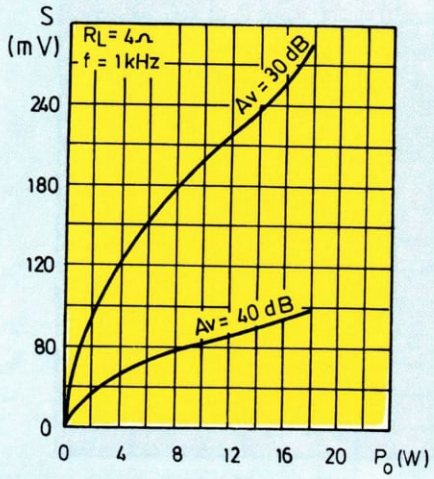
Potencia máxima disipable en función de la temperatura ambiente.



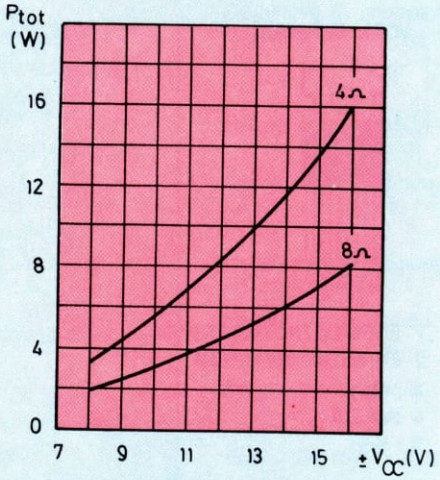
Distorsión en función de la frecuencia, para una potencia de salida de 12 W y carga de 4 Ω.



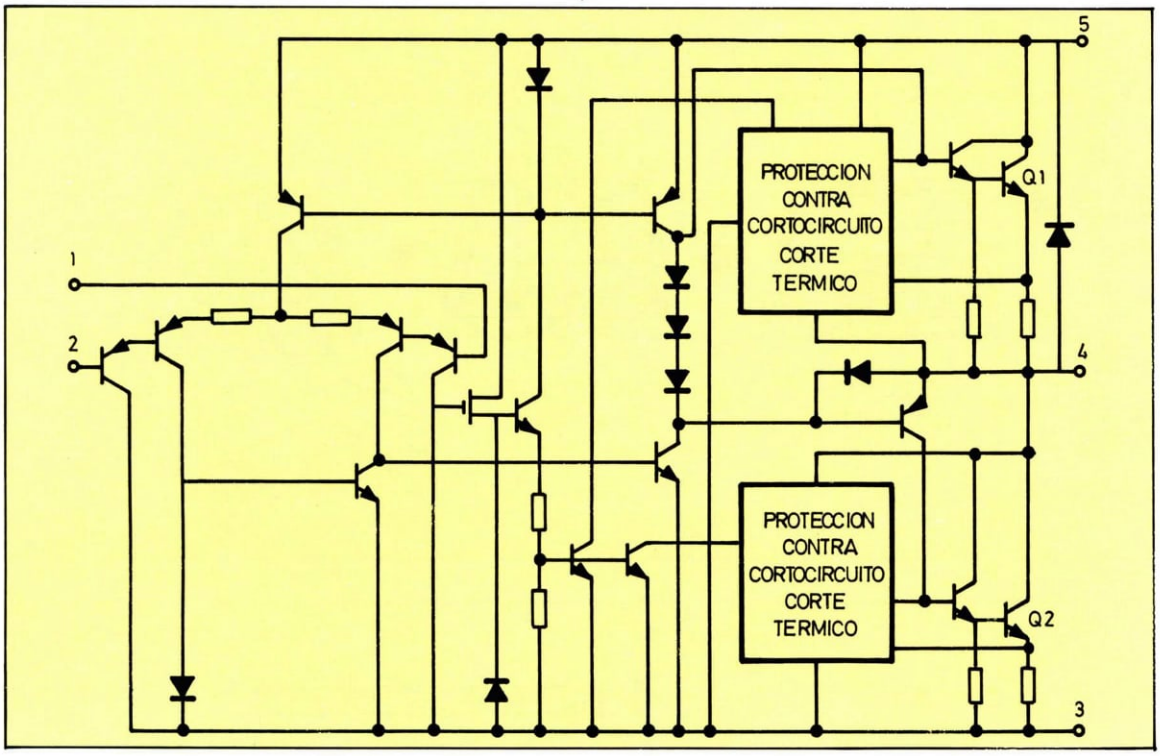
Potencia de salida y consumo de corriente en función de la temperatura de la cápsula.



Sensibilidad en función de la potencia de salida.



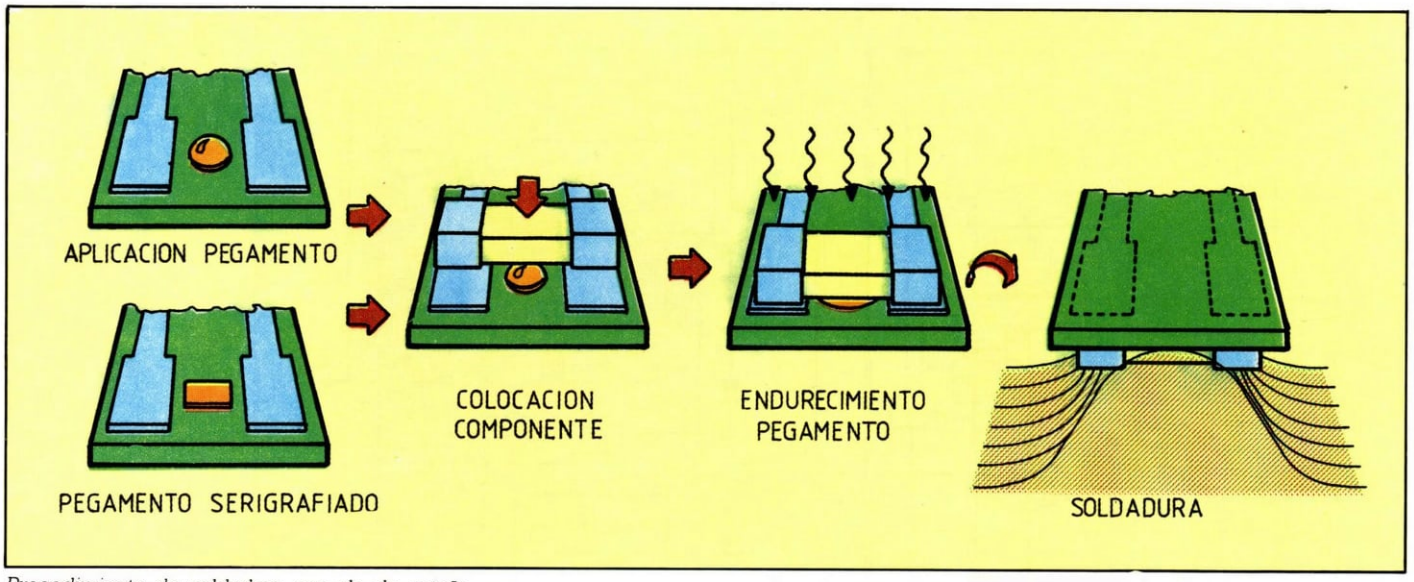
Potencia disipable máxima en función de la tensión de alimentación, con onda senoidal en la entrada.



Esquema eléctrico interno

TABLA DE CARACTERISTICAS

Parámetro	Condiciones de medida	Mín.	Típ.	Máx.	Unidades
Tensión de alimentación (V_{cc})	25 °C	± 6		± 18	V
Corriente en reposo	V_{cc} = ± 18 V		40	60	mA
Corriente de polarización	V_{cc} = ± 18 V		0,2	2	μA
Tensión de offset de entrada	V_{cc} = ± 18 V		± 2	± 20	mV
Corriente de offset de entrada	V_{cc} = ± 18 V		± 20	± 200	nA
Tensión de offset de salida	V_{cc} = ± 18 V		± 2,5	÷ 22	mV
Potencia de salida (P_o)	d = 0,5 %; A_V = 30 dB; 40 Hz ≤ f ≤ 15 kHz				
	R_L = 4 Ω	12	14		W
	R_L = 8 Ω	8	9		W
	d = 10 %; A_V = 30 dB; f = 1 kHz				
	R_L = 4 Ω		18		W
	R_L = 8 Ω		11		W
Distorsión armónica	0,1 ≤ P_o ≤ 12 W; R_L = 4; A_V = 30 dB 40 Hz ≤ f ≤ 15 kHz		0,2	0,5	%
	0,1 ≤ P_o ≤ 8 W; R_L = 8; A_V = 30 dB 40 Hz ≤ f ≤ 15 kHz		0,1	0,5	%
Sensibilidad de entrada	A_V = 30 dB; f = 1 kHz				
	P_o = 12 W; R_L = 4 Ω		215		mV
	P_o = 8 W; R_L = 8 Ω		250		mV
Ancho de banda	Medido a − 3 dB; A_V = 30 dB P_o = 12 W; RL = 4 Ω	desde 10 Hz hasta 140 kHz			
Impedancia de entrada		0,5	5		MΩ
Ganancia en tensión (A_V)	f = 1 kHz				
	lazo abierto		90		dB
	lazo cerrado	29,5	30	30,5	dB
Corriente consumida	P_o = 14 W, R_L = 4 Ω		900		mA
	P_o = 9 W, R_L = 8 Ω		515		mA
Resistencia térmica unión-cápsula			3		°C/W
Temperatura de corte térmico	P_{tot} = 12 W	110			°C



Procedimiento de soldadura por ola de estaño.

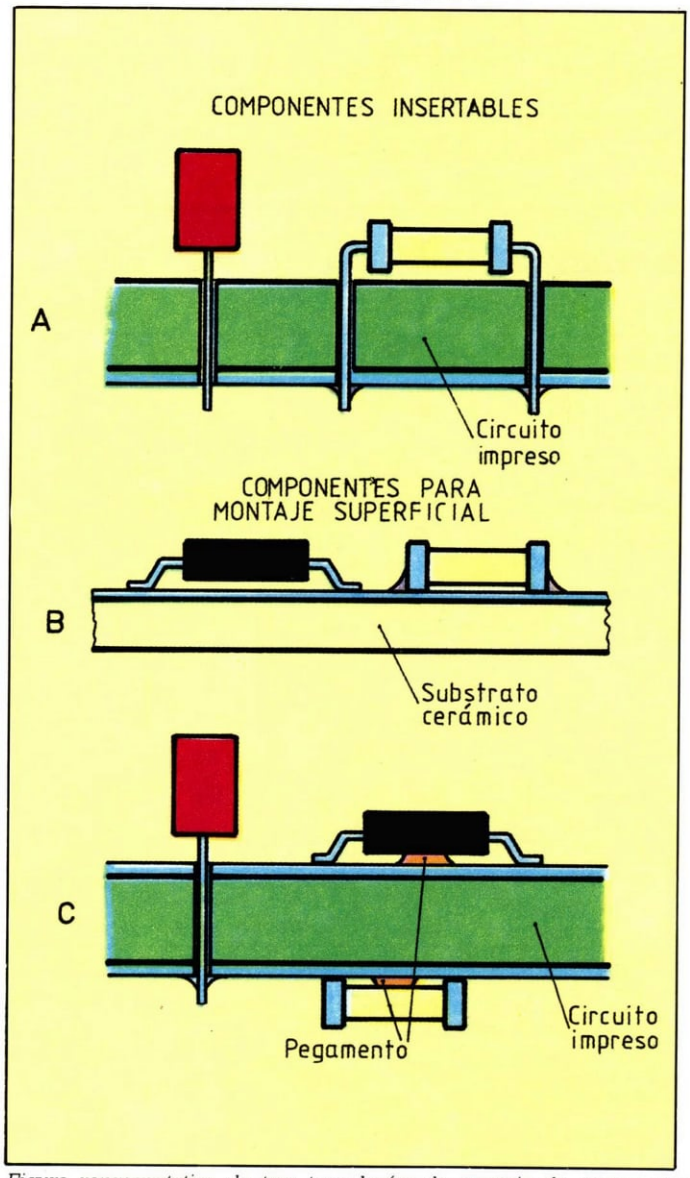
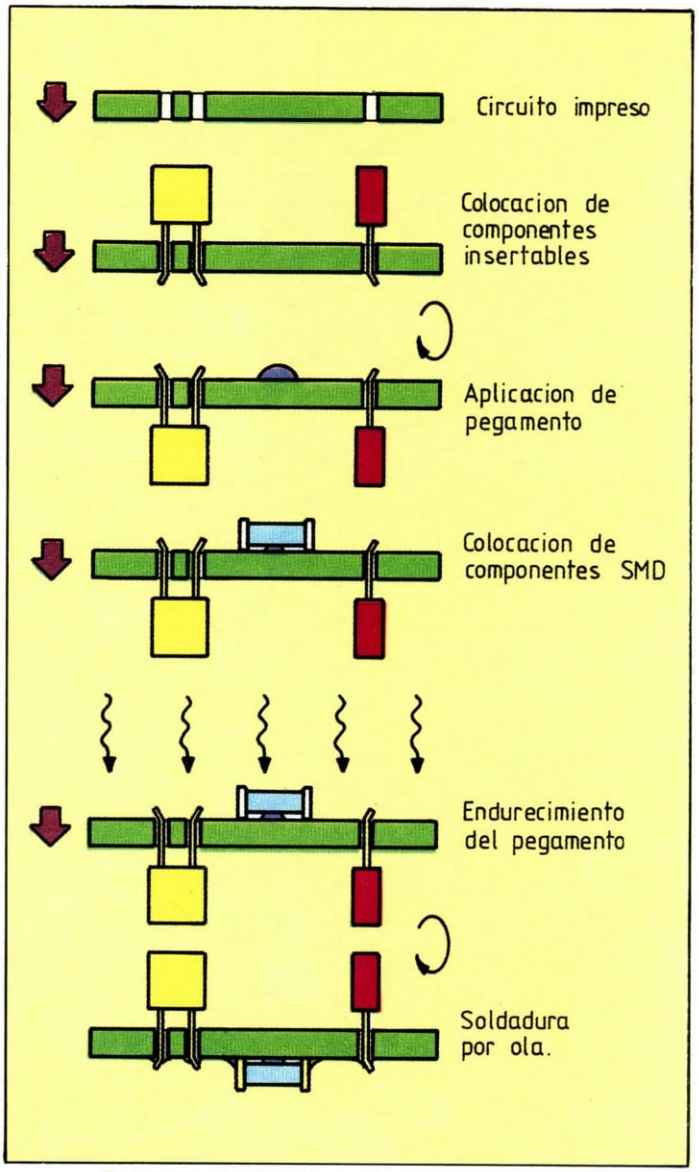


Figura representativa de tres tecnologías de montaje de componentes: A) Componentes insertados en circuito impreso. B) Tecnología híbrida. C) Montaje superficial de componentes sobre circuito impreso.



Es común la utilización mixta de componentes SMD y componentes con patillas para inserción en circuito impreso.

COMPONENTES CMS

En la tecnología convencional de montaje, los componentes se insertan en los taladros del circuito impreso, y son conectados al mismo utilizando normalmente la soldadura por ola, aplicada en la cara opuesta a los componentes.

En los circuitos híbridos, los componentes sin patillas se sueldan directamente empleando sofisticados métodos de calentamiento, casi siempre por flujo de gas caliente. Estos componentes completan el circuito previamente integrado en el substrato.

El montaje superficial aprovecha las ventajas de ambas técnicas y permite la instalación de componentes en ambas caras de la placa; los componentes se sujetan en su emplazamiento pegándolos para realizar la soldadura en una fase posterior.

Es corriente encontrar circuitos mixtos, en los que unos componentes van instalados en la superficie, y otros son componentes con patillas de los que no existen versiones para montaje superficial.

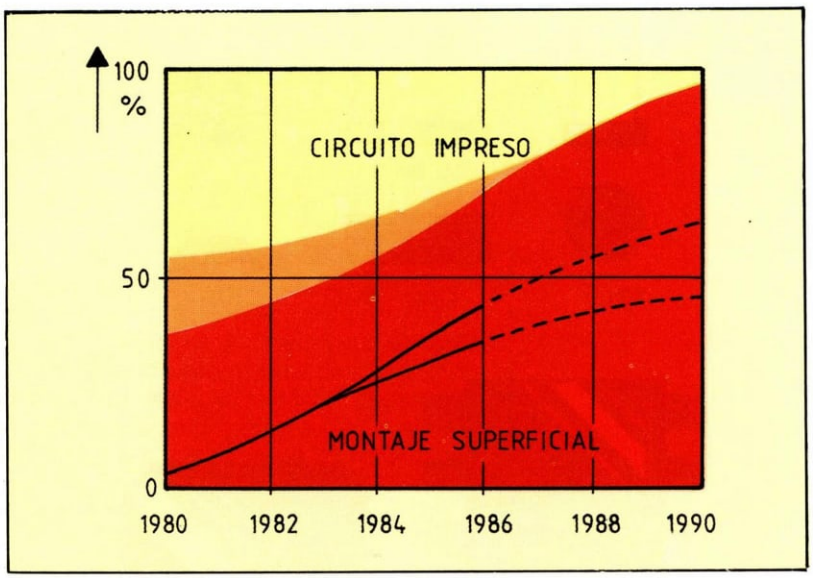
Los SMD

Es la abreviatura de la denominación en lengua inglesa (Surface Mounted Device, Componentes de Montaje Superficial) utilizada para los nuevos componentes sin patas, provistos de unos contactos o pequeños apéndices metálicos. Su tamaño es mucho menor que los componentes clásicos.

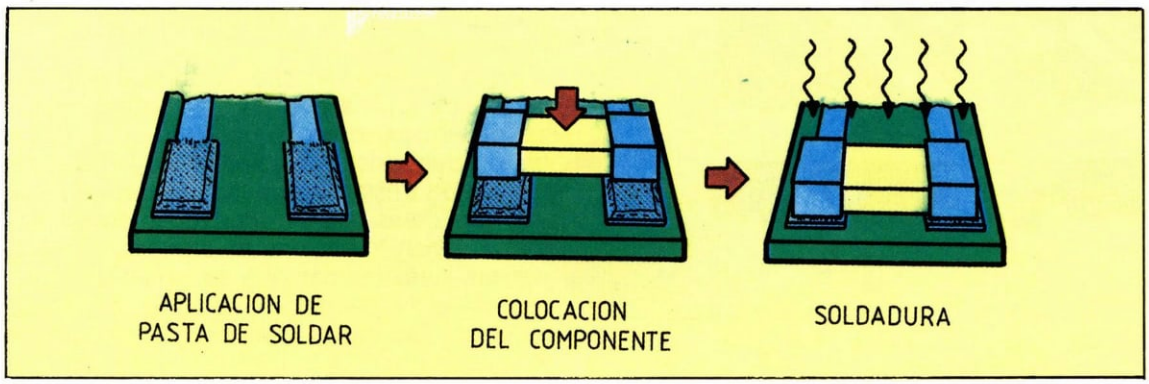
Los procesos de soldadura empleadas calientan los materiales utilizados, que son de tipos muy diferentes, como puede ser un circuito impreso de material plástico, o una cápsula cerámica de un circuito integrado.

En primer lugar, estos componentes deben soportar el calentamiento sin que sus propiedades varíen, y en segundo lugar se presenta el problema de que se obtiene una estructura prácticamente rígida, pero cuyos elementos integrantes tienen distintos coeficientes de dilatación térmica. Este es uno de los problemas que los fabricantes de componentes SMD están superando, de tal forma que salen a la calle numerosos productos nuevos de esta gama.

Actualmente se tiende a que todos los

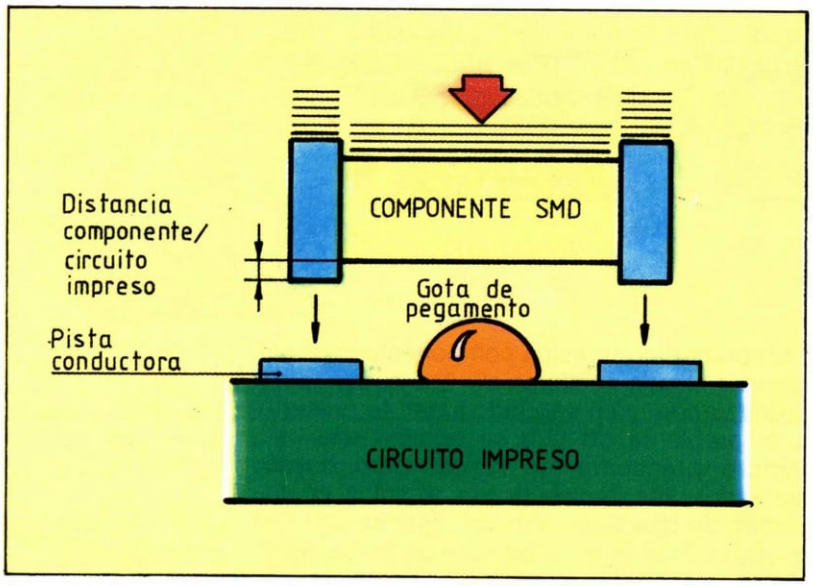


Tendencia de las técnicas de montaje de componentes.

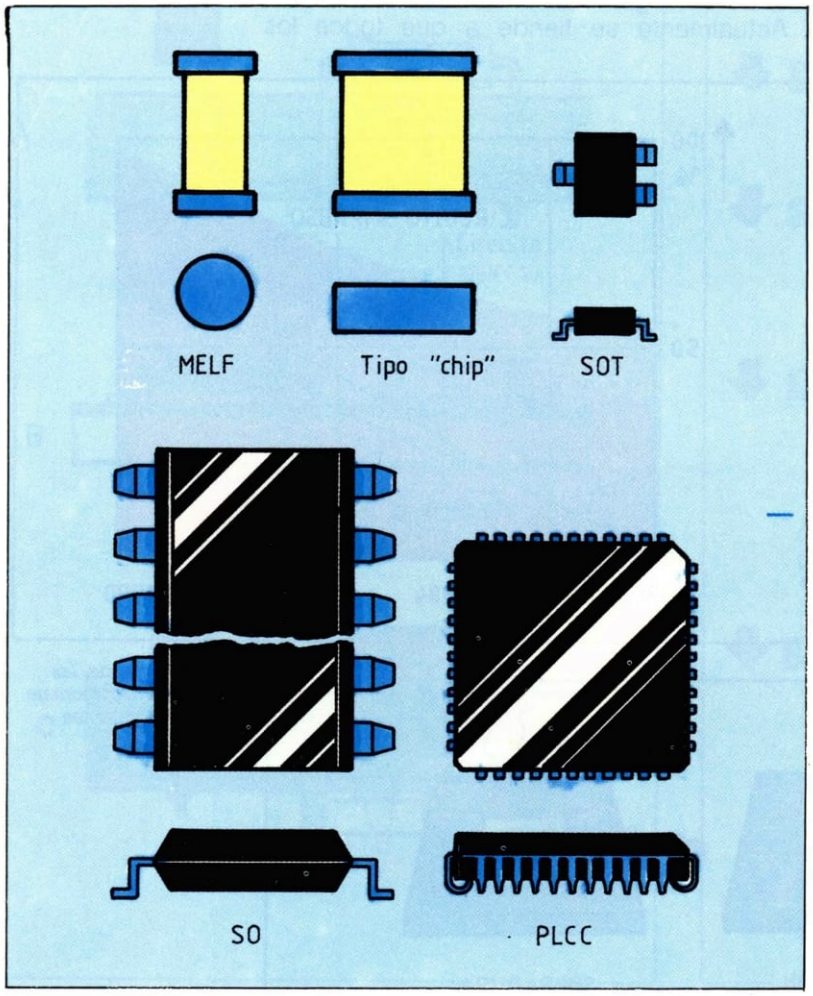


Procedimiento de soldadura por flujo de aire caliente.

componentes sean uniformes geométricamente, o sea, que se ajusten a unos modelos determinados poco numerosos, con el fin de abaratar las máquinas de montaje automático de componentes.



Encapsulados típicamente utilizados para componentes de montaje superficial



Sujeción de un componente SMD mediante una gota de pegamento; este procedimiento posibilita la soldadura por ola.

Ventajas del montaje superficial

Estos componentes facilitan la utilización de máquinas automáticas, permitiendo racionalizar los procesos de fabricación, con lo que disminuyen los costes y el tamaño de los circuitos, al mismo tiempo que se alcanza un alto grado de miniaturización.

Esta tecnología exige la utilización de componentes de alta calidad, así como cuidadosos estudios sobre la distribución de componentes sobre la placa, y de los procesos de soldadura, prueba, y reparación que deben ser automatizados en la medida de lo posible. Con todo esto se logra aumentar claramente la *fiabilidad* de los circuitos, o sea, disminuir la probabilidad de fallo de los mismos.

En cuanto a los componentes, al ser de menor tamaño, facilita una alta densidad de embalaje reduciendo el espacio de almacenamiento, y los costes de transporte. El peso reducido lo hace muy apreciado para la construcción de equipos portátiles. La inexistencia de patillas lo hace resistente a golpes y vibraciones; además, ahorra los procesos de conformado y corte de sobrantes. La inductancia y capacidad parásitas se reducen considerablemente, lo que hace que los CMS sean apreciados en circuitos de RF.

Se consigue un alto número de patillas por integrado empleando las cápsulas Mikropack, y PLCC. El constante incremento de la demanda de estos componentes hace prever a corto plazo una disminución importante del precio de los mismos.

En cuanto al circuito impreso, es de destacar que al poder emplazar componentes en ambas caras de la placa, se podrá reducir el tamaño de la misma por lo menos al 50 por 100. El hecho de que los componentes tengan una buena uniformidad, en cuanto a su forma y a su emplazamiento, permite conseguir una gran repetitividad de las características eléctricas, facilitando el ajuste de circuito de RF.

La tecnología de montaje superficial no necesita un circuito impreso especial, pudiendo utilizarse el material estándar; la eliminación de taladros reduce el costo del mismo, que fácilmente puede suponer un 10 por 100.

Las máquinas de montaje de componentes pueden instalar cientos de miles de componentes por hora.

Hay que tener en cuenta que se dan ciertos casos en los que no se pueden reducir las distancias, como sucede en los circuitos en los que existen tensiones elevadas; también cabe destacar que las reparaciones serán más caras que en un circuito convencional. Se han mencionado algunos inconvenientes para indicar que es una técnica en desarrollo, y se deben estudiar las características de cada caso concreto antes de aplicarla.

FUENTE DE ALIMENTACION PARA AMPLIFICADOR

Este es el primer montaje de una serie de cuatro que nos permitirán construir un amplificador estéreo completo. El proyecto se compone de una fuente de alimentación asimétrica, que es lo que se va a construir, dos etapas de potencia, cuya potencia puede oscilar entre 25 y 50 W en función de la tensión que suministre la fuente de alimentación.

El montaje se completará con una segunda fuente simétrica que se encargará de alimentar un previo universal, capaz de admitir con unas pequeñas variaciones en valores de resistencias y condensadores cosas tan distintas como un P.U. magnético, un micro de alta o baja impedancia o una guitarra eléctrica, todo ello sobre una misma placa. Finalmente, a los tres módulos citados se añadirá un control de tonos, con graves, medios y agudos, si bien se podrá optar por poner solamente los graves y los agudos; esto se logrará eliminando de la placa de circuito impreso una serie de resistencias y condensadores, y un potenciómetro doble del frontal.

La presente fuente de alimentación no sirve sólo para el amplificador estéreo a que nos hemos estado refiriendo, sino que se pueden alimentar infinidad de montajes, con la única condición de que el consumo no sea superior a 4 A.

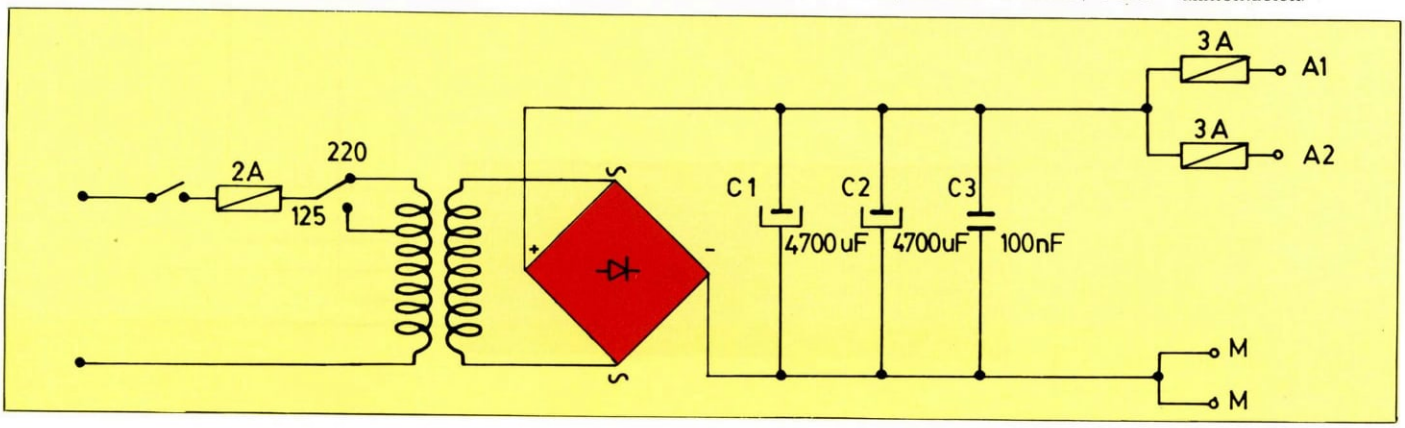
Descripción del circuito

La fuente de alimentación consta de un transformador, cuyo primario debe poseer las tomas de 220/125 V, y un secundario cuya tensión puede tener las tensiones simétricas o asimétricas; si las tensiones son simétricas la toma de tensión se debe realizar entre los dos extremos; el punto marcado con 0 V no debe conectarse.

La misión del transformador, conocida de todos, es la de adaptar las tensiones disponibles en la red a valores menores que los necesarios para las aplicaciones descritas.

El rectificador se realiza con un puente rectificador de cápsula metálica, que al poderse atornillar al chasis permite una mayor disipación del calor generado en la rectificación. Algo muy importante a tener en cuenta: si en vez de este puente se quiere usar otro, su corriente continua máxima, media directa, será

Esquema eléctrico de la fuente de alimentación.



de al menos 10 A. Si la capacidad de los condensadores se aumenta, debe aumentarse también el valor antes citado.

A continuación nos encontramos con los dos condensadores encargados de realizar el filtrado; la capacidad de los mismos debe seleccionarse en función el rizado que se desee tener a la salida. A mayor valor de las capacidades menor rizado; si la intensidad de salida es de 2 A se podrá reducir el valor de las capacidades.

Por último se presentan un par de fusibles, cada uno encargado de proteger la salida de cada amplificador.

Montaje

Dado que las intensidades con las que se va a trabajar son elevadas, un error en la colocación de los condensadores electrolíticos supondría su destrucción inmediata. Otro punto a tener en cuenta es la colocación del puente rectificador; se debe atornillar directamente sobre la caja metálica, con los terminales colocados hacia arriba. Antes de atornillar a la caja la placa con los condensadores y los porfafusibles, estañaremos las dos patillas que unen los terminales marcados con alterna.

Tras el proceso anterior procederemos a realizar el cableado; primeramente se unirá el transformador con los terminales marcados con señal alterna de la placa, a continuación uniremos los dos terminales restantes de la placa con los dos de alterna del puente rectificador, y finalmente el positivo del puente con el positivo de la placa, y el negativo con el negativo. Todas estas conexiones deben realizarse con hilo grueso de 2 mm de sección.

TABLA 1	
Tensión transformador	*Tensión salida*
30 (15+15) V	*42 V*
36 (18+18) V	*51 V*
48 (24+24) V	*67 V **

** Utilizar condensadores de 100 V.*

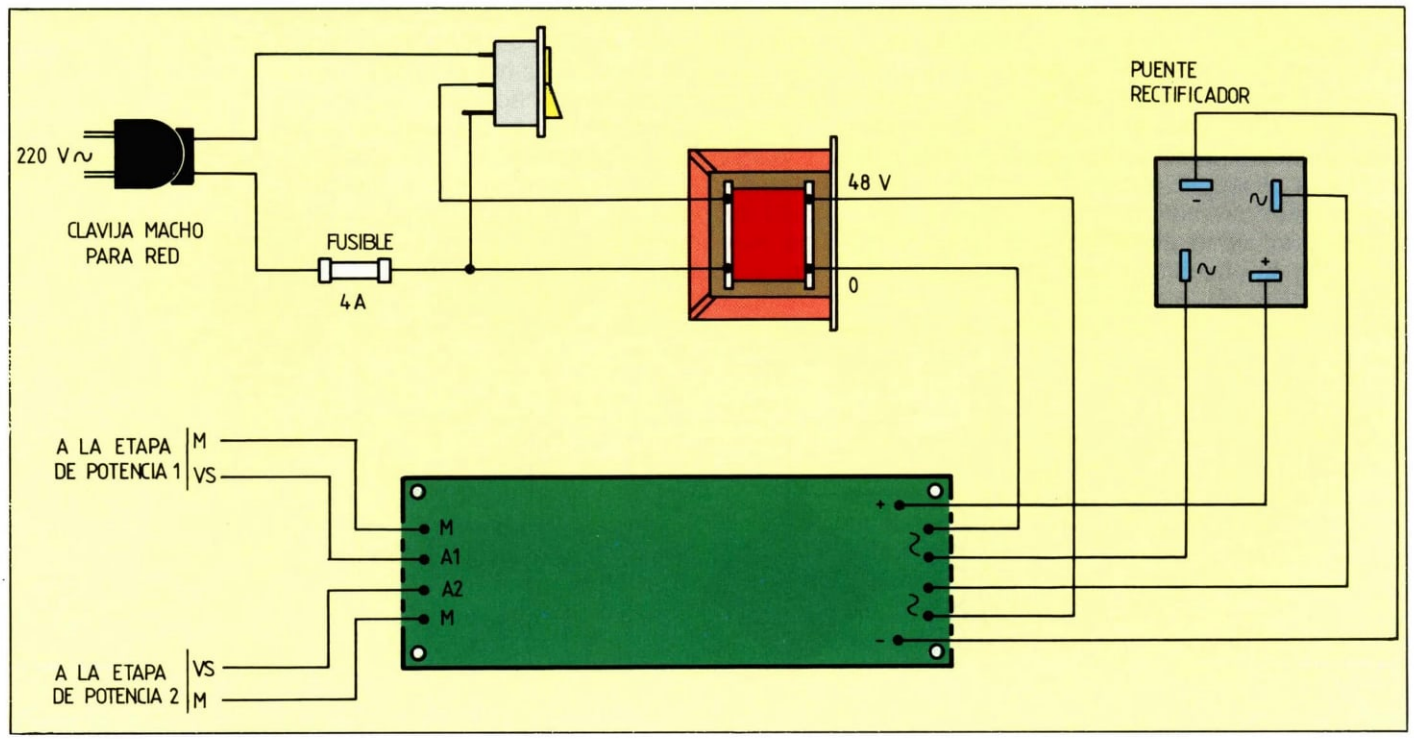
Si se utiliza un transformador como el indicado, con el secundario de 36 V (o uno de ± 18), la tensión final continua de la fuente será de 50 V. Si se quiere utilizar un transformador de tensión de secundario de 40 o más voltios se deben cambiar los condensadores y en vez de utilizarlos de 63 V deberán ser de 100 V. Se recomienda no utilizar transformadores cuya tensión de secundario sea mayor de 58 V.

Como ya se dijo, si sólo se desean tener 2 A de intensidad no será necesario montar los dos condensadores, y en caso de querer utilizarlos se los podrá sustituir por otros cuyas capacidades sean de 2.200 µF/63 V.

Aplicaciones

Alimentación de etapas de potencia comprendidas entre 25 y 100 W. En general servirá para cualquier tipo de aplicaciones en que un pequeño factor de rizado pueda ser tolerado.

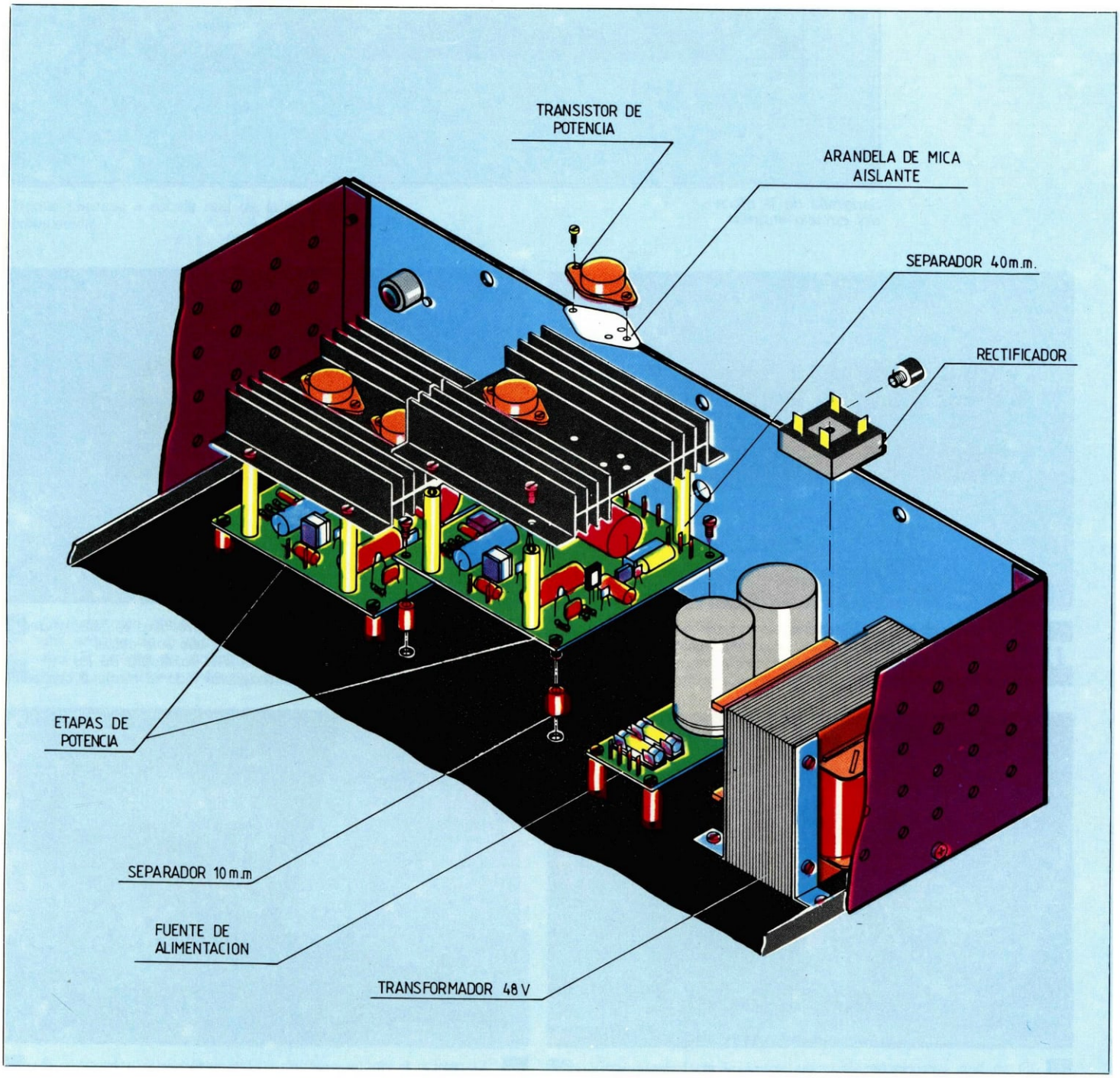
Diagrama de cableado de la fuente de alimentación a dos etapas de potencia.

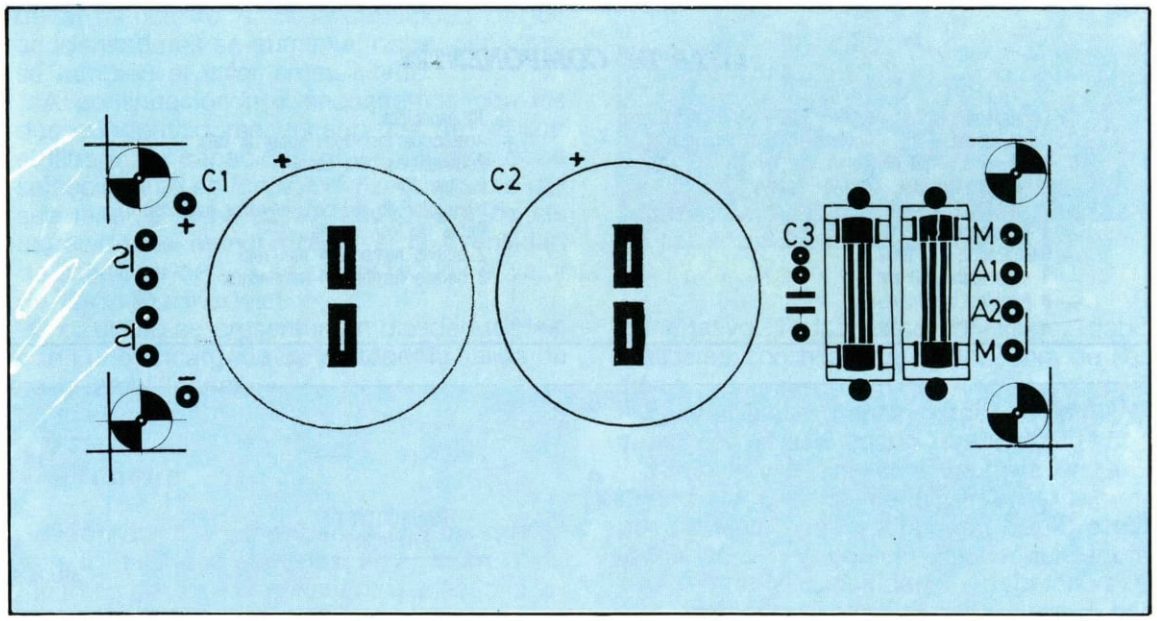


LISTA DE COMPONENTES

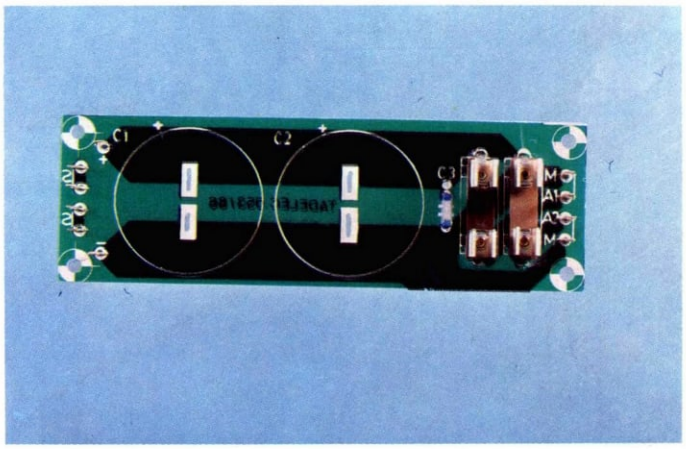
C1-Condensador 4.700 µF electrolítico 63 V, radial.
C2-Condensador 4.700 µF electrolítico 63 V, radial.
C3-Condensador 100 nF poliéster.
— 2 portafusibles para circuito impreso.
— 2 fusibles 2 A.
— 1 transformador 220/110-36 V 4 A.
— Rectificador, FB 1002.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 10 espadines.
— Accesorios instalados sobre la caja.
— Portafusibles para panel.
— Fusible 2 A.
— Interruptor de red con indicador luminoso.
— Cable red con clavija.
— 2 bornes hembras 4 mm rojo.
— 2 bornes hembras 4 mm negro.

Vista conjunto de la fuente de alimentación, y las etapas de potencia, que se describen a continuación.

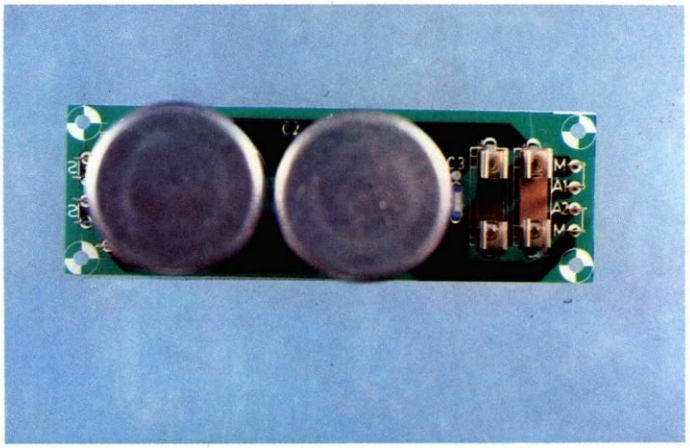




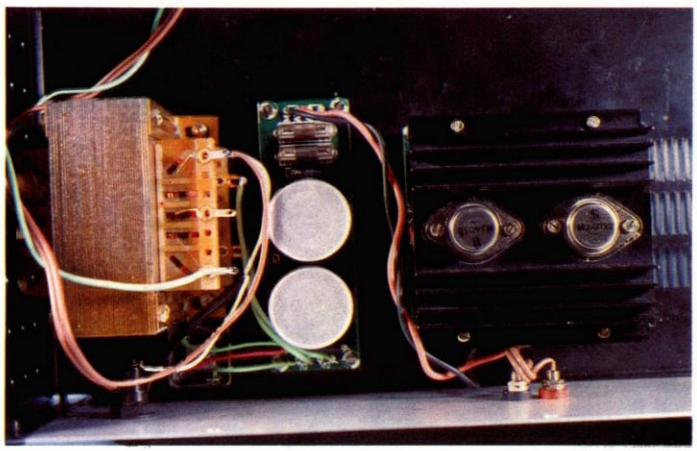
Serigrafía de la placa del circuito impreso



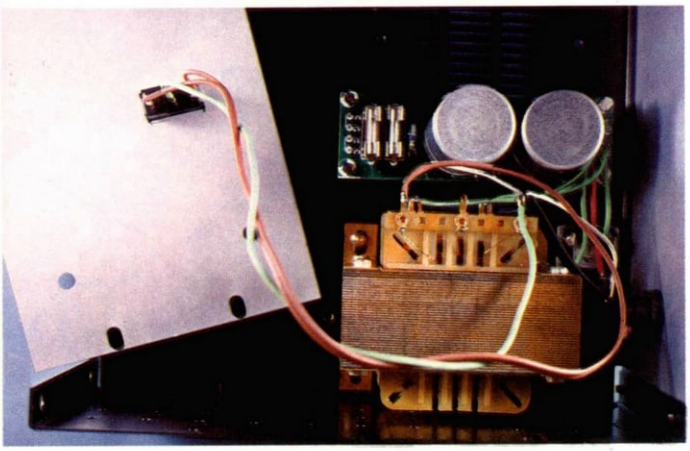
1 *Una vez que han sido clasificados los componentes, pasaremos a la colocación de los portafusibles y los espadines. Dado que las intensidades son elevadas, deben hacerse las soldaduras con sumo cuidado.*



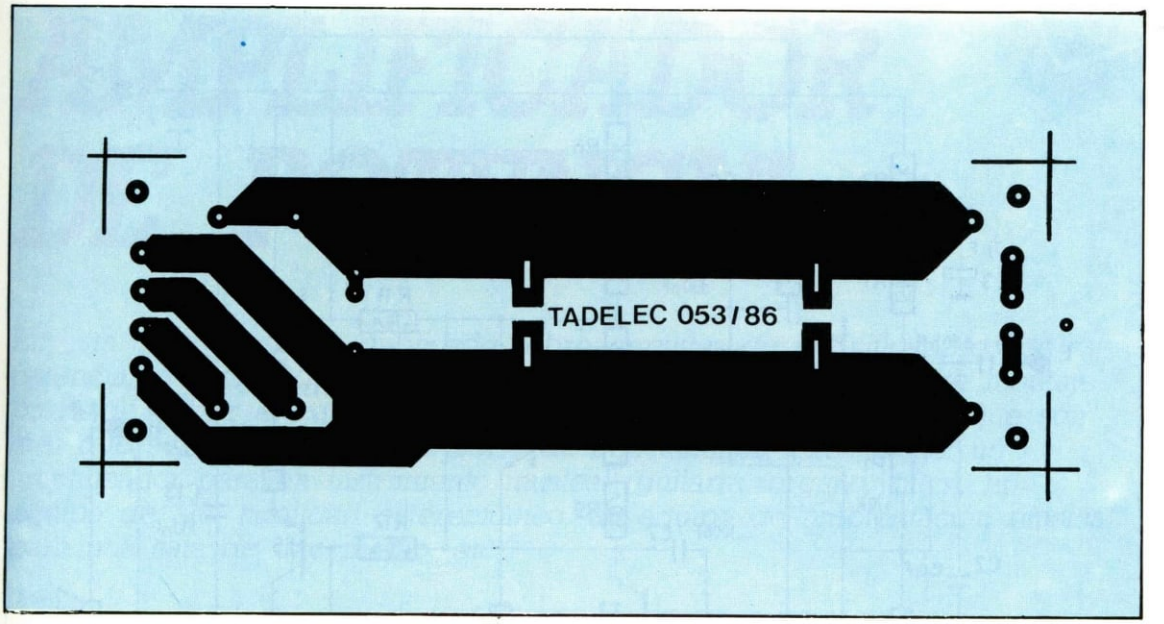
2 *El montaje de los condensadores electrolíticos radiales y del condensador cerámico se realiza en una sola etapa; se debe prestar mucha atención a la soldadura de los condensadors electrolíticos, rodeando todo el terminal con estaño.*



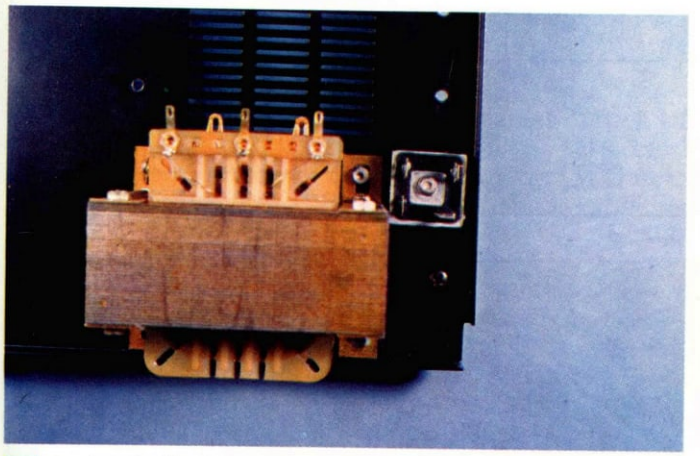
5 *Si se han seguido los pasos anteriores con atención, esta parte no nos resultará difícil, ya que sólo hay que conectar cada terminal de la placa con el correspondiente del puente, utilizando cable de 2 mm de sección.*



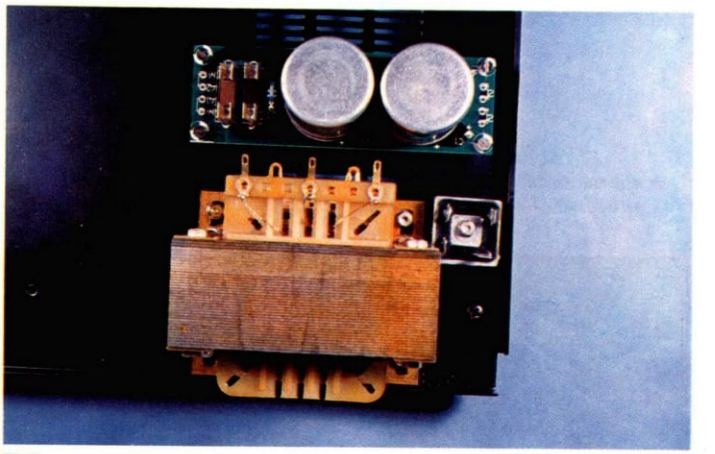
6 *El cableado del secundario del transformador a la placa se realizará también con cable de 2 mm de sección. La red se unira al primario del transformador.*



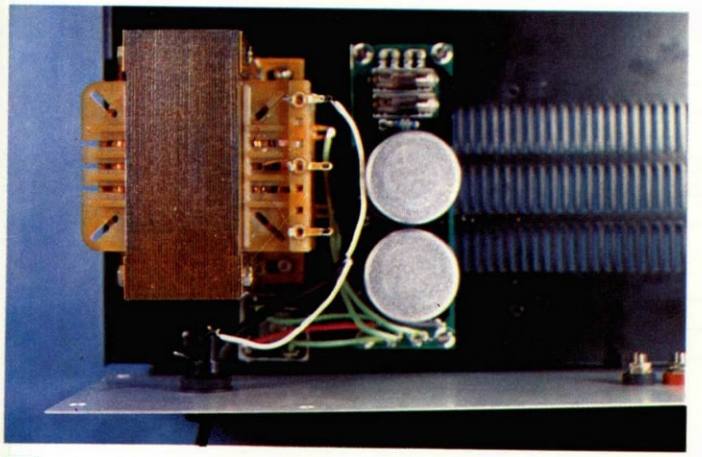
Circuito impreso a escala real de la fuente de alimentación.



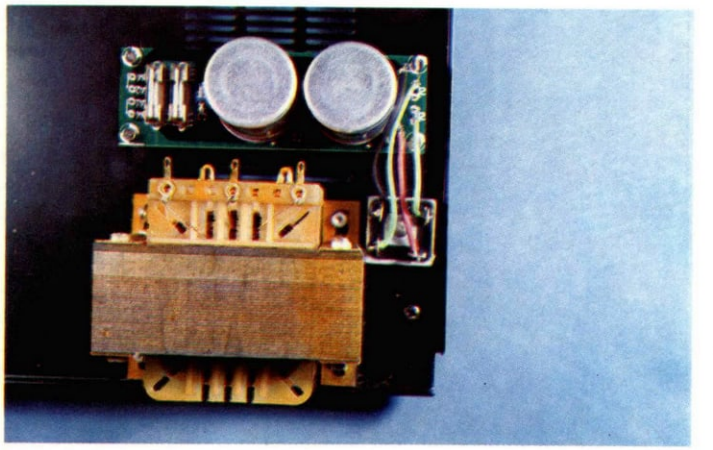
3 *La instalación del transformador en la caja se realizará sobre una esquina de la misma, para evitar las interferencias de la red. El puente de diodos se atornillará directamente sobre la caja, y lo más próximo posible al transformador.*



4 *La siguiente fase consiste en la colocación de la placa completa, atornillándola en los cuatro agujeros que previamente se habrán realizado en el fondo de la caja, utilizando como es habitual separadores de 10 mm.*

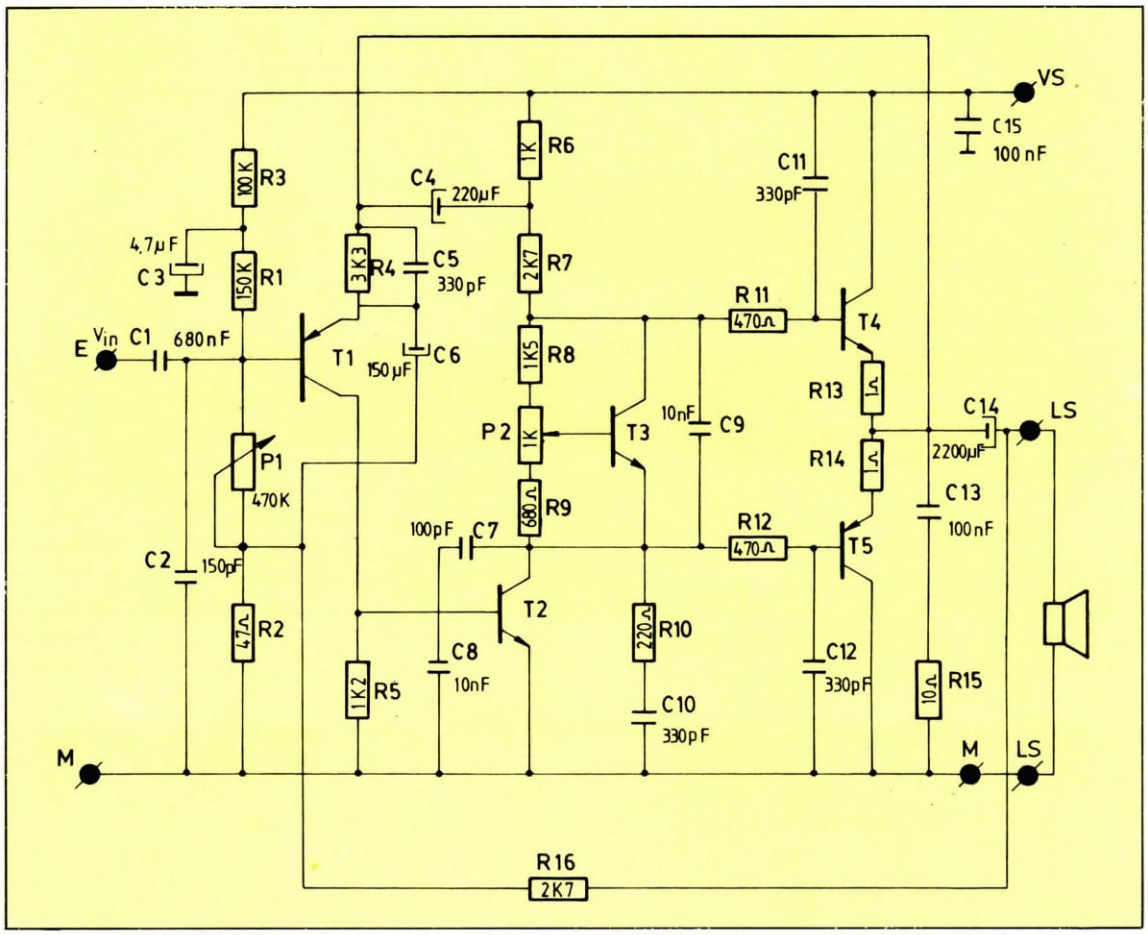


7 *A continuación instalaremos los cables que van al interruptor de red con indicador luminoso; para evitar errores de conexionado se recomienda seguir el diagrama de cableado cuidadosamente.*

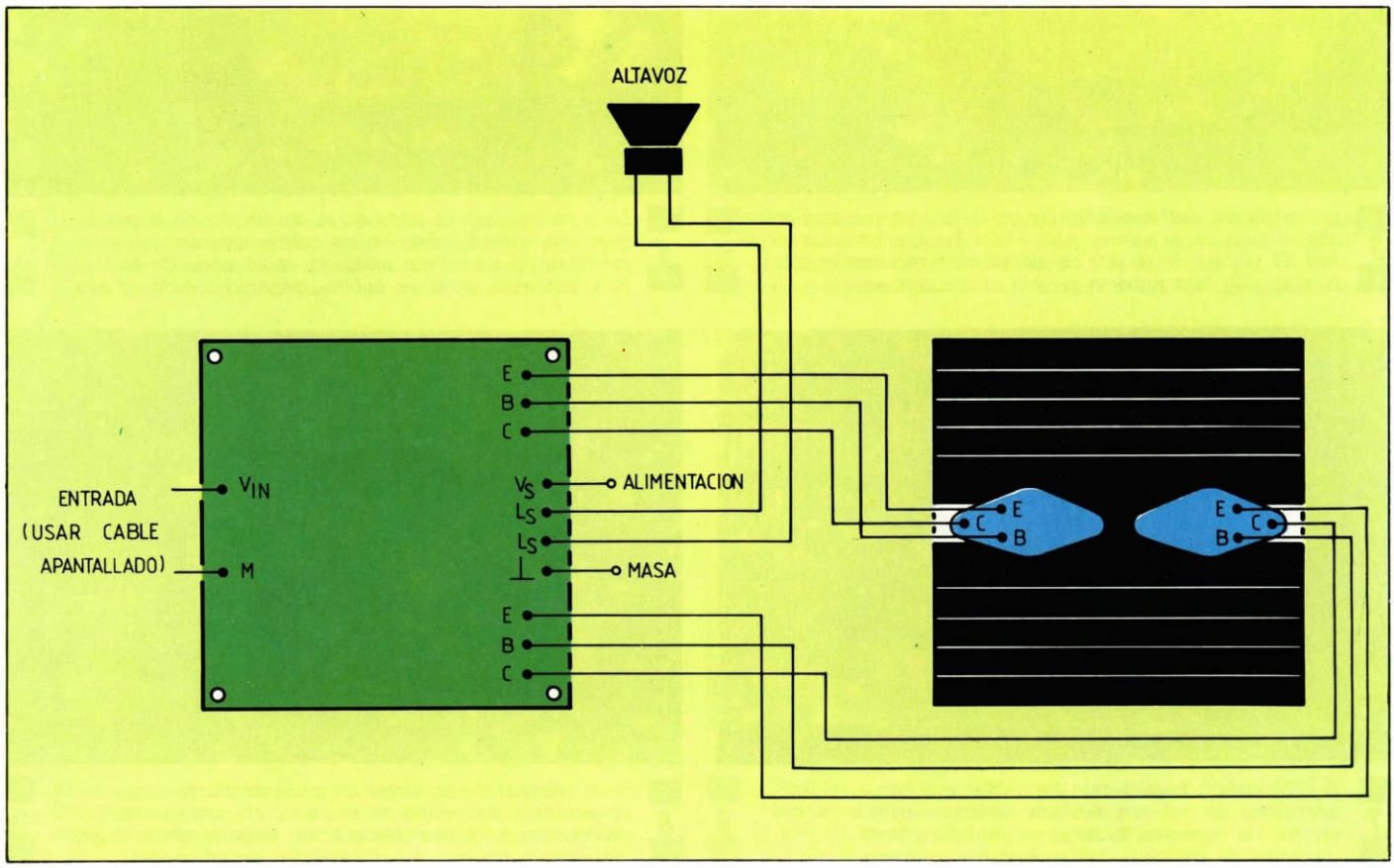


8 *Vista general de la fuente de alimentación ya conectada a una etapa de potencia; al igual que en pasos anteriores, el cable utilizado deberá ser de 2 mm de sección, ya que las intensidades son elevadas.*

Esquema eléctrico de la etapa de potencia.



El cableado se realizará siguiendo el presente diagrama.



AMPLIFICADOR DE POTENCIA

En esta obra ya se ha publicado sobre circuitos de amplificadores de potencia, si bien todos ellos son de bajas potencias. El presente montaje pretende cubrir el campo de las medias potencias, unos 40 W, que son más que suficientes para una serie de aplicaciones, tales como: un amplificador para un instrumento musical (guitarra, órgano, bajo), un equipo de alta fidelidad estereofónico, un equipo de ambientación musical para una sala de tipo medio, etc.

Las características más importantes del amplificador son las siguientes:

- La potencia nominal oscilará entre 30 y 50 W; esto será función de dos factores, la impedancia de la carga y la tensión de alimentación de la fuente.
- La sensibilidad de entrada para lograr la potencia nominal es de unos 500 mV eficaces; esta señal se puede obtener de muchos de los montajes ya propuestos, como previo para guitarra eléctrica y mezclador de cuatro canales; estos dos montajes nos dan una idea del tipo de aplicaciones a las que puede ir destinado el amplificador de potencia.

No obstante, posteriormente vamos a presentar otros dos montajes: control de tonos y previo universal, que combinados con dos etapas de potencia permitirán construir un amplificador de alta fidelidad, que a su vez podrá ser completado con otro montaje como el indicador de potencia a LED.

Descripción del circuito

El circuito es una clásica etapa de potencia, con la única variante de que la etapa de salida está constituida por un par de transistores Darlington.

El transistor T1 es una etapa de entrada, que permite amplificar la señal de entrada, transmitida a través del condensador C1, el condensador C2 sirve para cortocircuitar a masa señales de radiofrecuencia captadas por los cables de conexión.

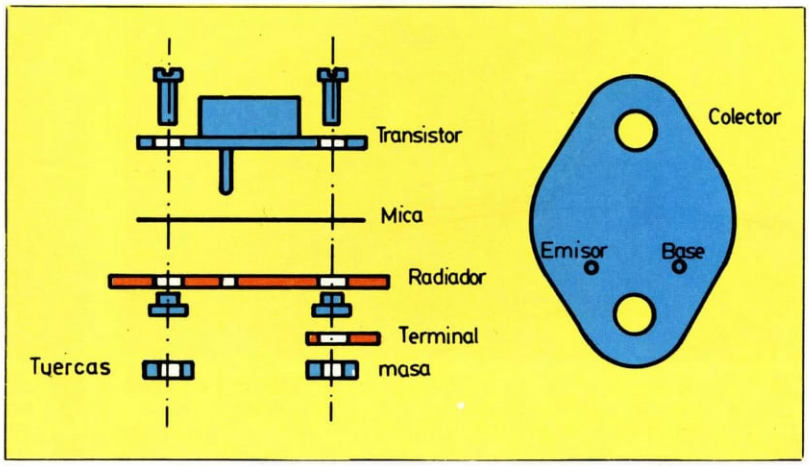
La red de polarización de dicho transistor está formada por las resistencias R1, R2, R3, R4, R6, y el potenciómetro P1, que permite ajustar la tensión de continua en la salida.

El transistor T2 constituye la etapa excitadora, el transistor T3 tiene la misión de estabilizar la corriente de reposo, lo que se realiza ajustando convenientemente P2.

El condensador C7 tiene como misión eliminar cualquier tendencia a la inestabilidad en alta frecuencia de la etapa excitadora formada en torno a T2. Las resistencias R4, R16, son resistencias de realimentación.

La etapa de salida está construida con los dos transistores Darlington T4 y T5, encargándose T4 de ampliar los semiperíodos positivos y T5 los semiperíodos negativos de las ondas.

Montaje de los transistores sobre el disipador de calor.



Montaje

Todos los componentes, a excepción de los dos transistores finales, van montados sobre una sola placa, lo cual facilita el montaje. El posicionamiento de los componentes en la placa no debe ofrecer ninguna dificultad.

La colocación de los transistores T1, T2 y T3, debe realizarse una vez que se han identificado la base, colector y emisor de cada uno de ellos.

Los dos transistores finales T4 y T5 van montados sobre un radiador. Además de los cuatro tornillos y las arandelas de plástico, para evitar que los tornillos hagan contacto con el radiador, se necesitan dos láminas de mica que se colocarán entre el radiador y los transistores Darlington; el olvido de dichas láminas produciría la destrucción inmediata de estos transistores.

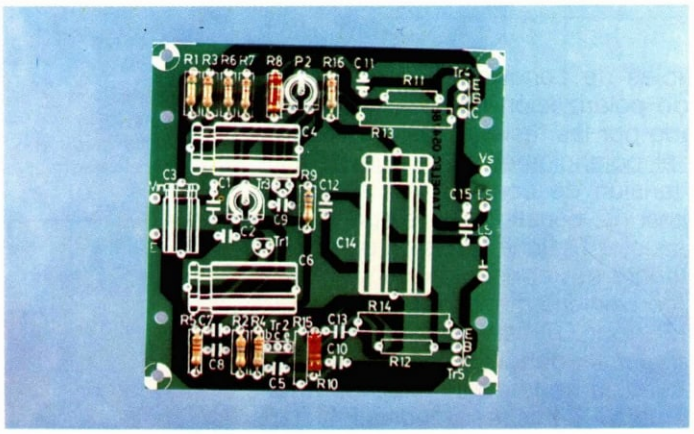
Otra cosa a tener en cuenta es el cableado desde la placa a los transistores de potencia; debe usarse cable grueso (2 mm^2 de sección) para los tres contactos de emisor, base y colector.

Hemos de colocar los potenciómetros P1 y P2 a la mitad de su recorrido antes de realizar ningún tipo de ajuste.

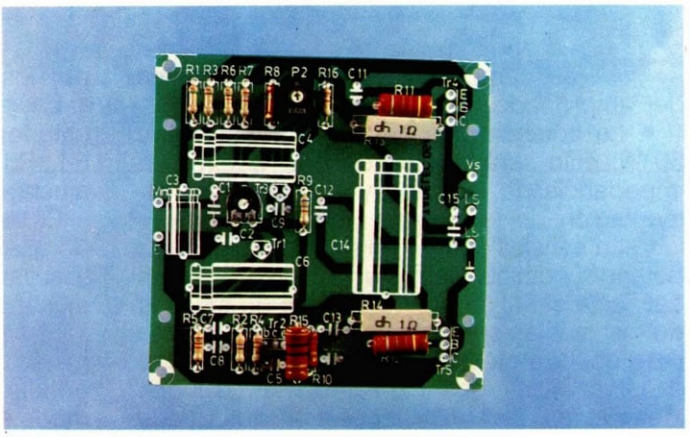
Primeramente se debe conectar un altavoz a la salida del amplificador, puntos LS. Se debe evitar que el amplificador trabaje en vacío, sin carga.

Seguidamente se conectará la fuente de alimentación, entre los puntos masa y V_S, el positivo de la fuente se conectará al terminal V_S de la etapa amplificadora. La tensión de la fuente ha de estar comprendida entre 40 y 60 V; la intensidad que ha de ser capaz de proporcionar por cada etapa de potencia será de 1,8 A.

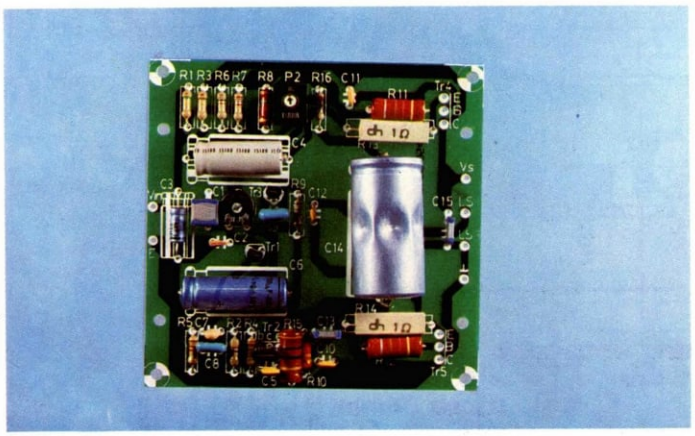
Una vez que hemos conectado el amplificador a la fuente de alimentación, encenderemos ésta y se deberá escuchar un soplido en el altavoz que debe ser capaz de soportar la potencia, según la tabla adjunta; el soplido nos indicará que el amplificador está en funcionamiento.



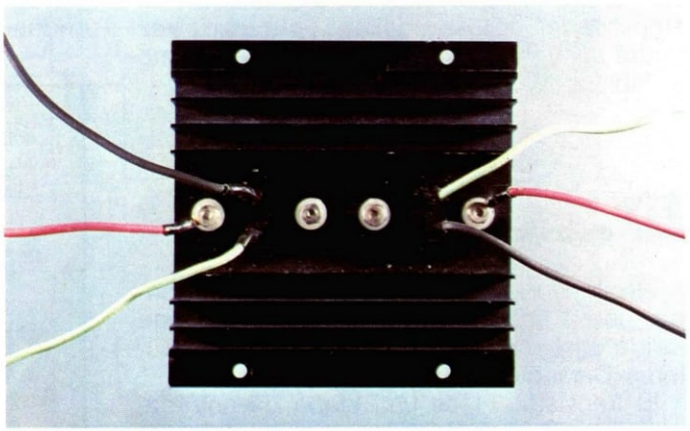
1 *Una vez reunido el material necesario, se comenzará el montaje por las resistencias de 1/2 W, para lo cual es aconsejable preformar los terminales de las mismas antes de insertarlas en el circuito impreso.*



2 *En este paso se terminará el montaje de las resistencias de mayor potencia, montando en primer lugar las de 1 W, y a continuación las de 4; también se instalarán los dos potenciómetros ajustables.*



5 *En cuanto al montaje de los transistores se debe poner especial atención, ya que una equivocación en la colocación puede producir la destrucción de los mismos. Por esto lo primero será comprobar cuáles son los terminales de emisor, base y colector.*



6 *El montaje de los transistores de potencia se realizará sobre un radiador, sin olvidarse los aislantes de mica entre los transistores y el radiador, para evitar que los dos colectores se encuentren cortocircuitados.*

Seguidamente desconectaremos la fuente de alimentación, y cortocircuitamos los terminales de entrada de señal V_{IN} y M con ayuda de un cable, enchufamos de nuevo la fuente de alimentación y medimos la tensión existente entre masa y V_S, teniendo en cuenta que el positivo del polímetro, preparado para voltios de tensión continua, se coloca a V_S y el negativo a masa. Colocamos a continuación el positivo del polímetro al punto común de los componentes R13, R14, C13, C14 y ajustamos P1, con ayuda de un destornillador, hasta leer en el polímetro la mitad de la tensión que habíamos leído entre masa y V_S.

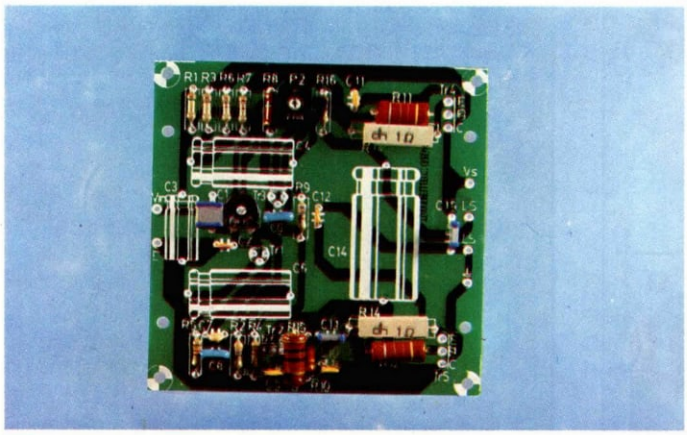
Volveremos a desconectar la fuente de alimentación, y preparamos el polímetro para medir corriente continua, colocamos el polímetro entre V_S y el positivo de la fuente de alimentación y ajustamos P2 para leer 40 mA. Volvemos a conectar el positivo de la fuente a V_S y a leer la tensión entre masa y el punto común de R13, R14, C13 y C14, si no es la mitad de la tensión, que se había medido entre masa y V_S, se volverá a retocar el potenciómetro P1.

Si se desea, se puede conectar una resistencia entre los dos terminales señalados con LS de 2K2 para evitar que el amplificador trabaje en vacío, si se olvida conectar los altavoces.

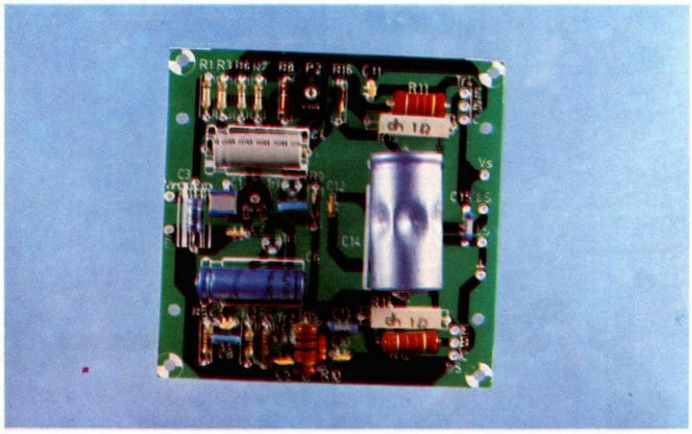
La salida de cascos, si éstos son de alta impedancia, se tomará directamente de las salidas destinadas a los altavoces. Para lo cual, si se desea tener esta opción, se debe conseguir una clavija que desconecte los altavoces cuando se conecten los cascos.

Características

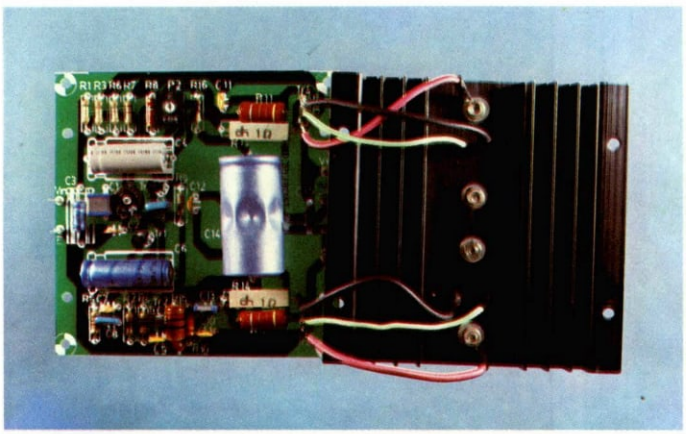
Potencia eficaz: 25 a 50 W.
Tensión alimentación: 40 a 60 V.
Impedancia carga: 4 a 8 Ω.
Impedancia entrada: 150 K.
Distorsión total: 0,35 %.
Ancho de banda: 12 Hz a 65 kHz.
Tensión de entrada: 400 mV.



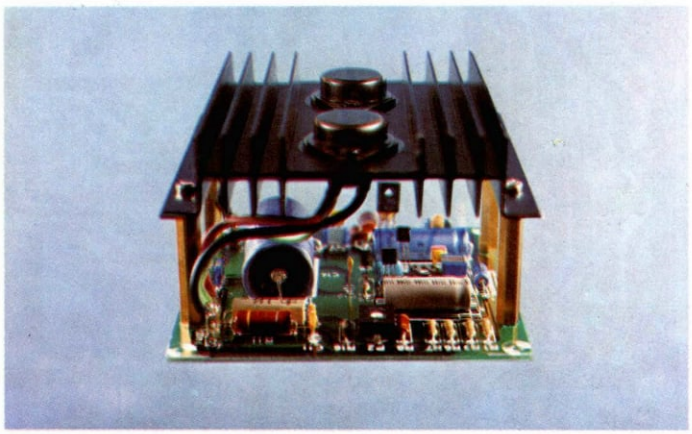
3 *El montaje de condensadores se efectuará, al igual que las resistencias, en dos partes; en la primera se montarán los condensadores cerámicos y de poliéster, que no ofrecen ninguna dificultad por no tener polaridad.*



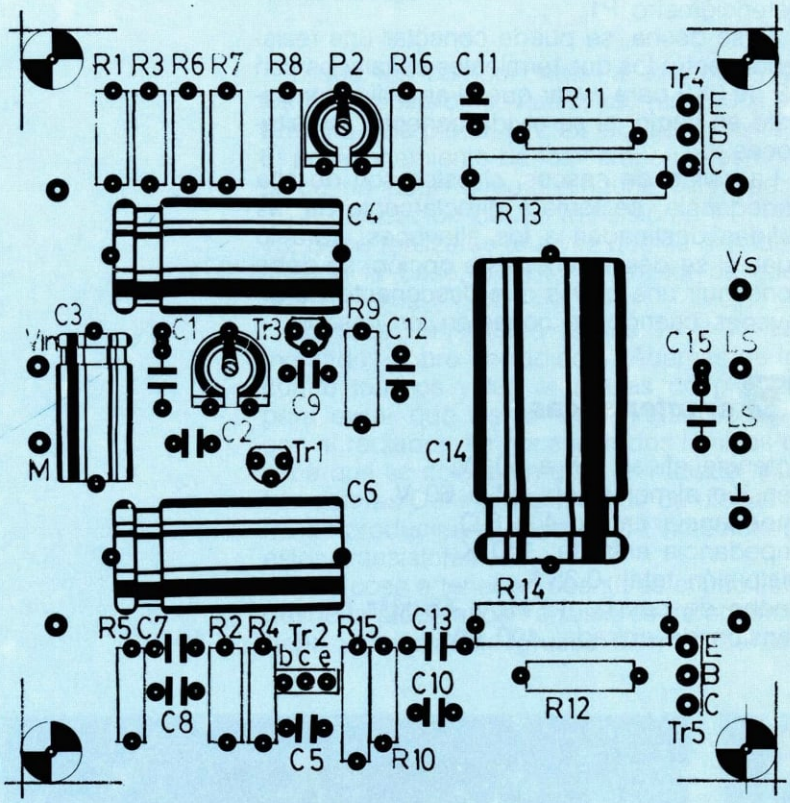
4 *Los condensadores electrolíticos son todos de tipo axial; lo primero que debe hacerse antes de insertarlos es cerciorarse de cuál es el terminal positivo, y hacerlo coincidir con el de la serigrafía.*



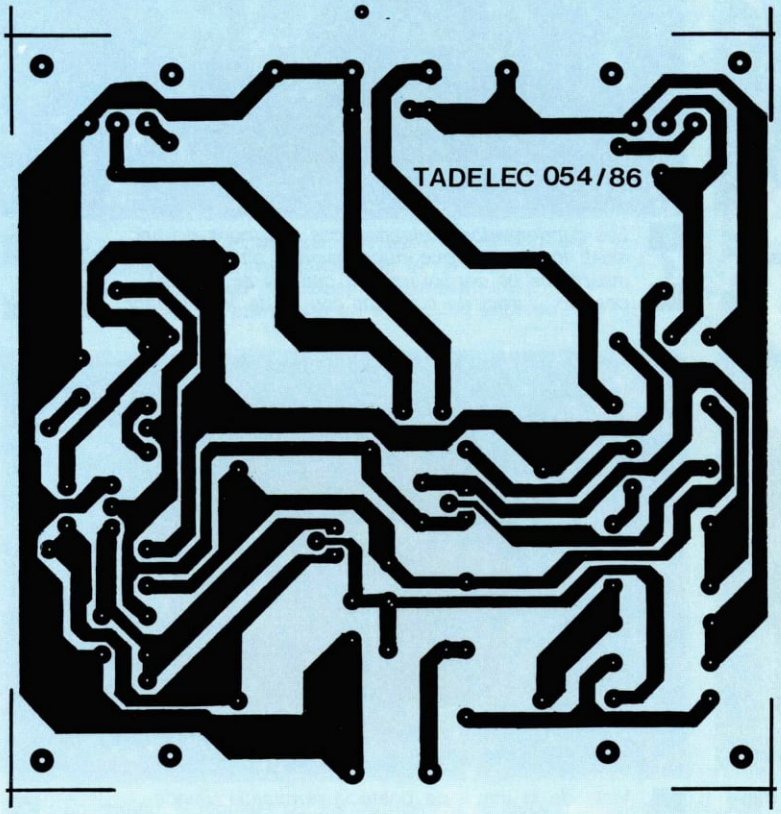
7 *El conexionado de los transistores de potencia, una vez que han sido colocados sobre el radiador, debe realizarse con hilo de 2 mm de sección. El terminarl de colector coincide con la cápsula, por lo que se unirá a uno de los tornillos.*



8 *Vista de la etapa de potencia terminada. Puede observarse que el radiador con los transistores finales van montados sobre la placa de los componentes, lo que simplifica el cableado entre los transistores finales y la placa.*



Serigrafía de componentes de la etapa de potencia.



Circuito impreso de la etapa de potencia.

TABLA 1

Potencias	Tensión alimentación	Impedancia altavoz
25 W	40 V	4 Ω
50 W	60 V	4 Ω
40 W	50 V	4 Ω
25 W	50 V	8 Ω

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1 -Resistencia 150K 1/2 W (marrón, verde, amarillo).
R2 -Resistencia 47 Ω 1/2 W (amarillo, violeta, negro).
R3 -Resistencia 100K 1/2 W (marrón, negro, amarillo).
R4 -Resistencia 3K3 1/2 W (naranja, naranja, rojo).
R5 -Resistencia 1K2 1/2 W (marrón, rojo, rojo).
R6 -Resistencia 1K 1/2 W (marrón, negro, rojo).
R7 -Resistencia 2K7 1/2 W (rojo, violeta, rojo).
R8 -Resistencia 1K5 1/2 W (marrón, verde, rojo).
R9 -Resistencia 680 Ω 1/2 W (azul, gris, marrón).
R10-Resistencia 220 Ω 1/2 W (rojo, rojo, marrón).
R11-Resistencia 470 Ω 1 W (amarillo, violeta, marrón).
R12-Resistencia 470 Ω 1 W (amarillo, violeta, marrón).
R13-Resistencia 1 Ω bobinada (4 W).
R14-Resistencia 1 Ω bobinada (4 W).
R15-Resistencia 10 Ω 1 W (marrón, negro, negro).
R16-Resistencia 2K7 1/2 W (rojo, violeta, rojo).
P1-Potenciómetro ajustable miniatura 500K.
P2-Potenciómetro ajustable miniatura 1K.

CONDENSADORES

C1 -Condensador 680 nF poliéster.
C2 -Condensador 150 pF cerámico.
C3 -Condensador 4,7 µF electrolítico, 63 V, axial.
C4 -Condensador 220 µ electrolítico, 25 V.
C5 -Condensador 330 pF cerámico.
C6 -Condensador 150 µF electrolítico, 63 V, axial.
C7 -Condensador 100 pF cerámico.
C8 -Condensador 10 pF poliéster.
C9 -Condensador 10 nF poliéster.
C10-Condensador 330 pF cerámico.
C11-Condensador 330 pF cerámico.
C12-Condensador 33o pF cerámico.
C13-Condensador 100 nF poliéster.
C14-Condensador 2.200 µF electrolítico, 40 V, axial.
C15-Condensador 100 nF poliéster.

TRANSISTORES

T1-Transistor BC557.
T2-Transistor BD139.
T3-Transistor BC548.
T4-Transistor BDX67 o MS 4035.
T5-Transistor BDX66 o MS 4032.

VARIOS

— 8 espadines.
— 4 separadores 10 mm.
— 4 separadores 30 mm.
— 16 tornillos.
— 2 láminas de mica.
— 4 arandelas de plástico para radiador.
— 1 radiador 2×T03.

LOS POTENCIOMETROS

En numerosas ocasiones es necesario incluir en los circuitos uno o varios elementos cuya resistencia pueda ajustarse a un valor determinado, con el fin de compensar las desviaciones debidas a las tolerancias de fabricación de los componentes, para que de esta forma dichos circuitos tengan el comportamiento que se esperaba cuando fueron diseñados.

Otras veces esta adaptación es necesario hacerla repetidamente, como por ejemplo el volumen de un receptor de radio; en este caso, los componentes con que se realizan estas variaciones deben estar más accesibles, ser más resistentes mecánicamente, y su accionamiento debe ser cómodo y seguro.

Potenciómetros

Un potenciómetro es básicamente un trozo de material resistivo con dos contactos en sus extremos, y otro deslizante que se puede conectar en cualquier lugar entre los otros dos.

Pueden adquirir muy diversas formas y tamaños, e ir construidos con tecnologías muy variadas, según el uso a que vayan destinados. Los tipos más comunes pueden agruparse en dos grandes grupos: *bobinados,* construidos a base de un hilo resistivo arrollado sobre un soporte aislante (se utilizan en aplicaciones de gran precisión, o bien en el caso de necesitar disipar potencias elevadas); *de composición,* formados con una mezcla de carbón coloidal, baquelita y un aglutinante, prensada y cortada de manera adecuada, generalmente en forma de herradura. A este tipo pertenecen la mayoría de los potenciómetros de uso común.

El divisor de tensión

Los potenciómetros, por lo general, se utilizan de dos maneras:

Conectándolos entre uno de sus extremos y el cursor, funcionan como una resistencia de valor ajustable.

O bien como divisores de tensión. Si nos fijamos en la figura, la tensión de entrada y la de salida están relacionadas por la siguiente expresión:

$$V_S = \frac{R_B}{R_A + R_B} V_E$$

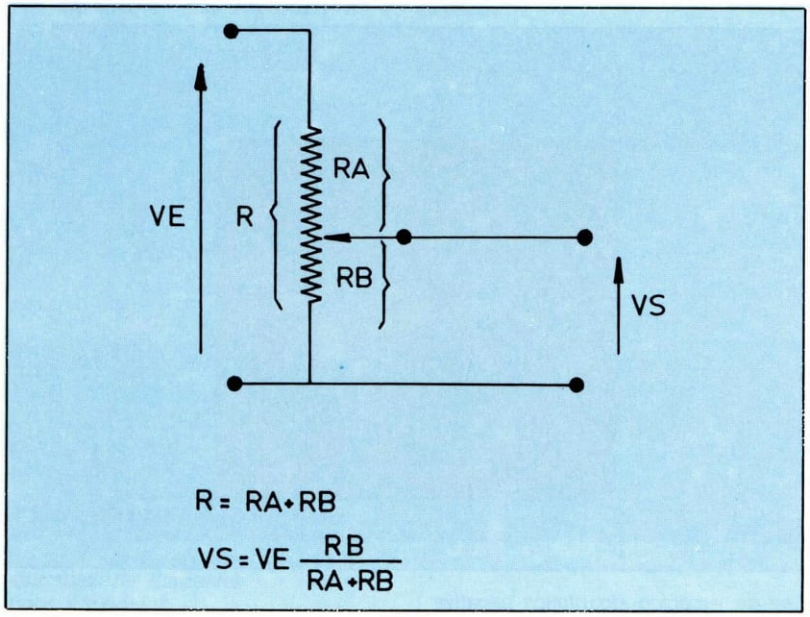
donde

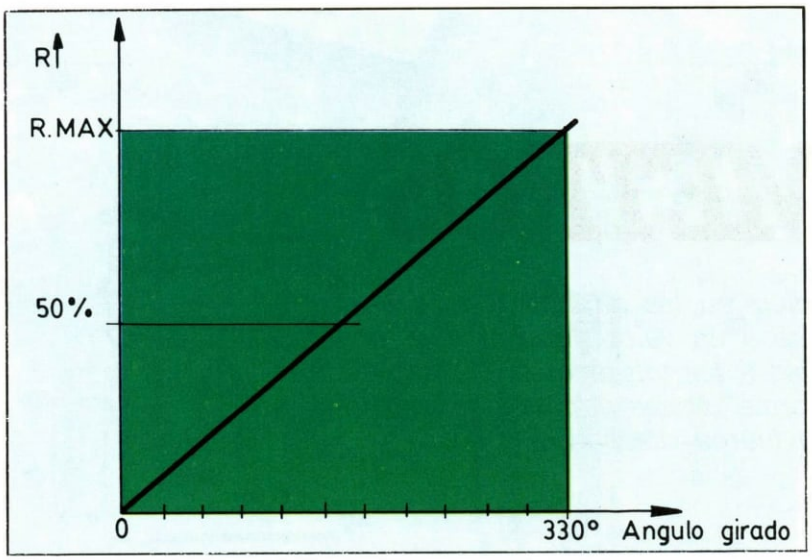
V_E = tensión de entrada.
V_S = tensión de salida.

R_A y R_B son las resistencias desde el punto donde está situado el cursor hasta cada uno de los extremos, en el momento en que se hace la medida.

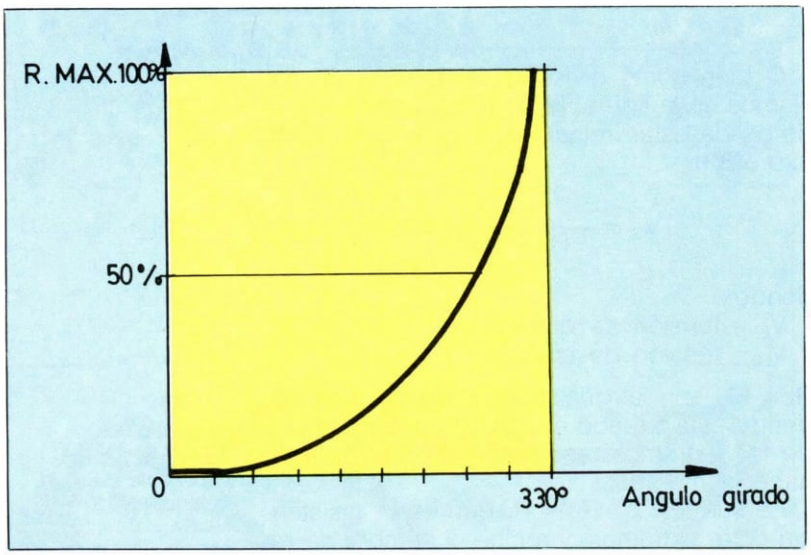
La suma $R_A + R_B = R$, que es la resistencia entre extremos, y recibe el nombre de *resistencia nominal del potenciómetro.*

La aplicación más importante del potenciómetro se deriva del hecho de ser un divisor de tensión.

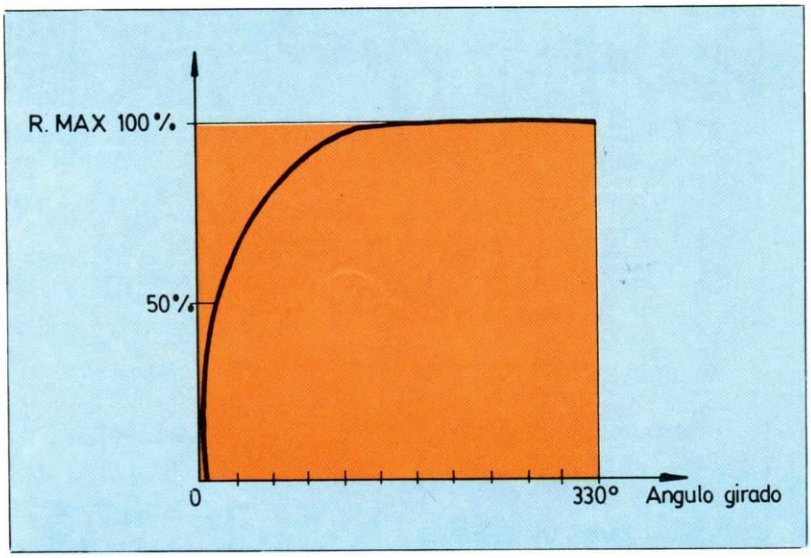




Ley de variación lineal.



Ley de variación logarítmica positiva.



Ley de variación logarítmica negativa.

Leyes de variación

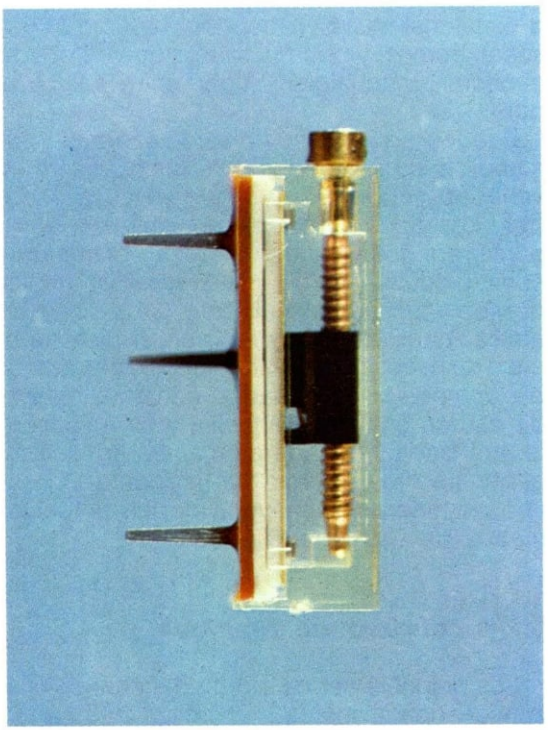
Se dice que un potenciómetro tiene una ley de variación *lineal* cuando la resistencia medida entre el cursor y un extremo es, en todas las posiciones, proporcional al desplazamiento angular.

Existen otras leyes de variación como son la senoidal, la cuadrática, siguiendo la curva de la secante, la logarítmica positiva, la logarítmica negativa, etc, aunque solamente las dos últimas son de uso corriente, existiendo modelos normalizados. Un ejemplo de ellas son los potenciómetros de volumen, debido a que la respuesta del oído humano es también logarítmica.

Potenciómetros ajustables

Los que pertenecen a este tipo suelen ser de pequeño tamaño e ir instalados sobre circuito impreso; su resistencia mecánica es débil, pues se manipulan muy pocas veces (solamente durante las fases de ajuste, de fabricación o reparación del equipo en que van instaladas, y por personal especializado). Suelen ser de composición y de ley de variación lineal.

Los normalizados tienen resistencias comprendidas entre 50 Ω y 10 M, con tolerancias del 10 o del 20 por 100. Suelen presentar un comportamiento satisfactorio hasta frecuencias de 10 MHz. La tensión máxima aplicable, en el mejor de los casos, es de 600 V.



Potenciómetro ajustable multivuelta de gran calidad. El cursor deslizante está unido al contacto central.

Potenciómetros variables

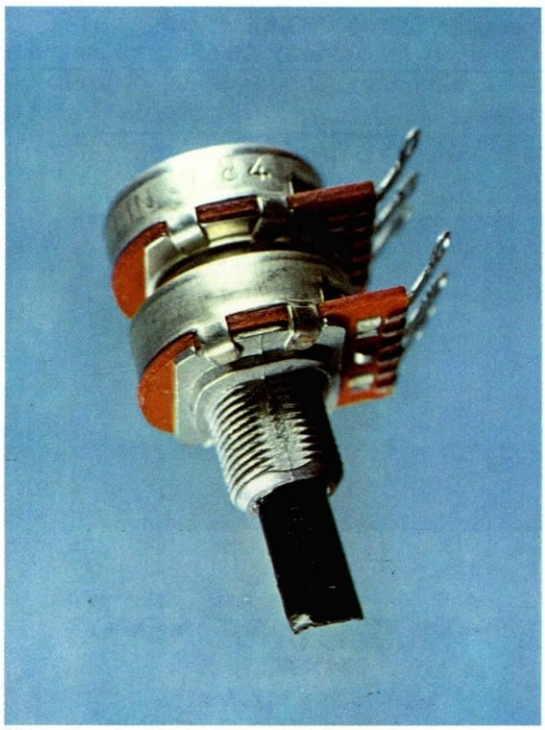
Reciben este nombre aquellos potenciómetros que admiten un elevado número de actuaciones, como pueden ser los de control de tono y volumen de un equipo de alta fidelidad, o los de sintonía de un receptor de radio o TV.

Potenciómetros multivuelta

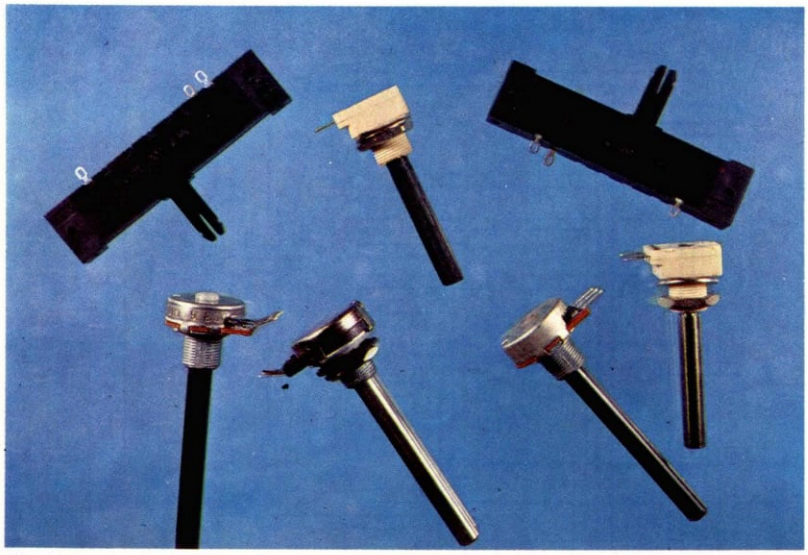
Existen versiones ajustables y variables. En ambos casos lo que se requiere es una gran precisión y repetitividad de los valores de resistencia que corresponden a cada posición del cursor. Su precio y calidad son elevados; existen modelos de 5, 10 y 20 vueltas. Su aplicación más conocida es en los mandos de sintonía de receptores que utilizan los diodos Varicap como elemento de capacidad variable, cuyo estado de polarización se controla por medio de un potenciómetro.

Selección de potenciómetros

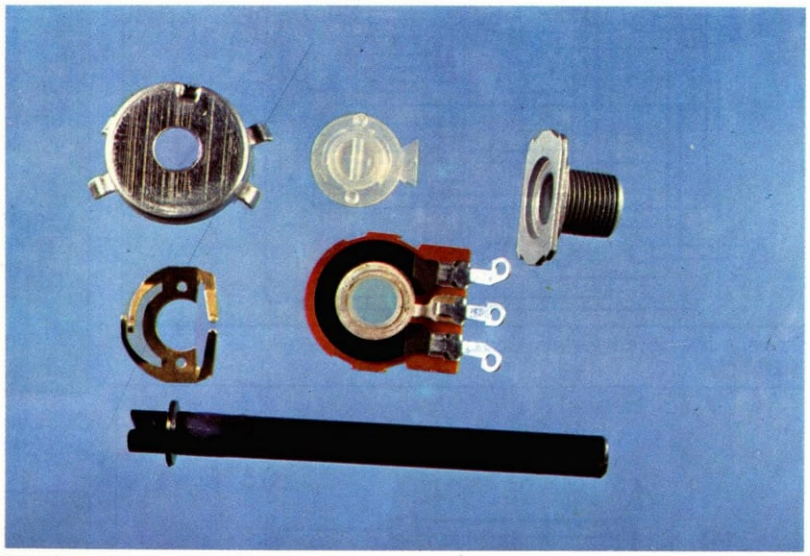
A la hora de seleccionar un potenciómetro, se debe tener en cuenta: resistencia nominal, ley de variación, potencia, tensión máxima, grado de utilización, sistema de fijación, tamaño. Aunque existen otros muchos parámetros, éstos son los básicos, y siempre es necesario tenerlos en cuenta.



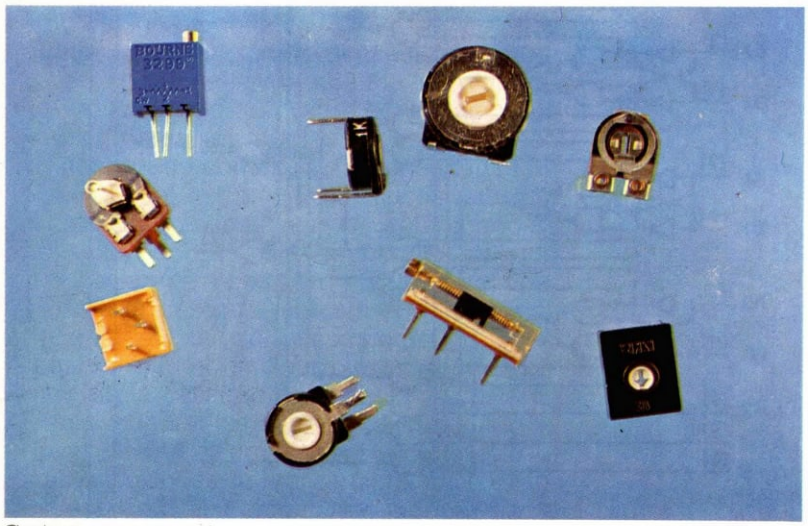
Potenciómetro doble. En realidad son dos sencillos accionados por el mismo mando; se utilizan habitualmente en montajes estereofónicos.



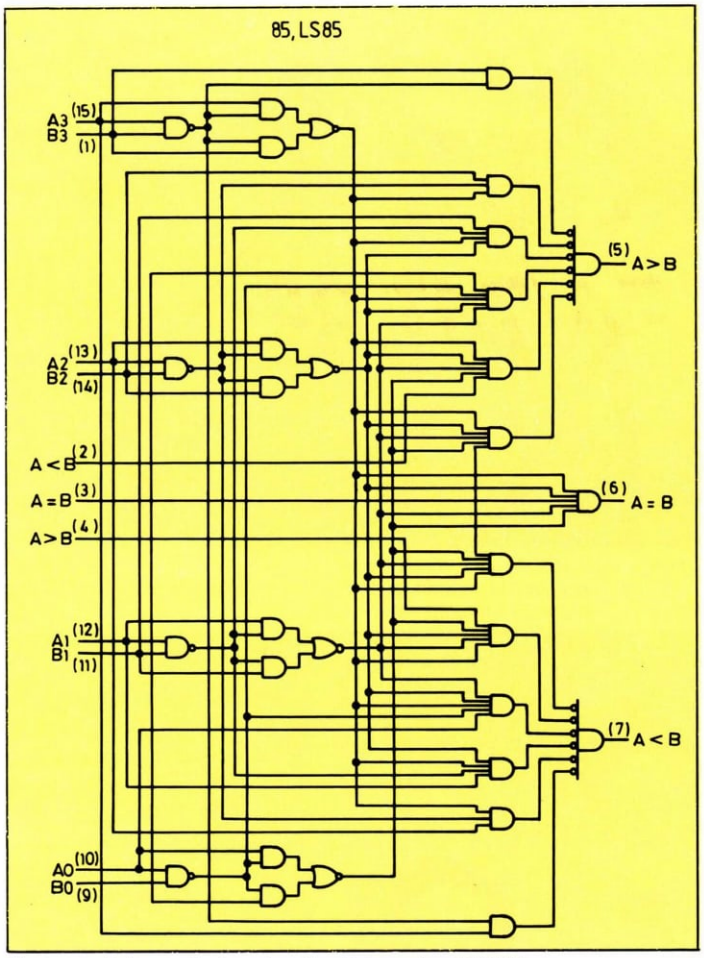
Conjunto de potenciómetros de uso común, instalables sobre panel. Existen modelos de mando giratorio y modelos con mando deslizante longitudinal.



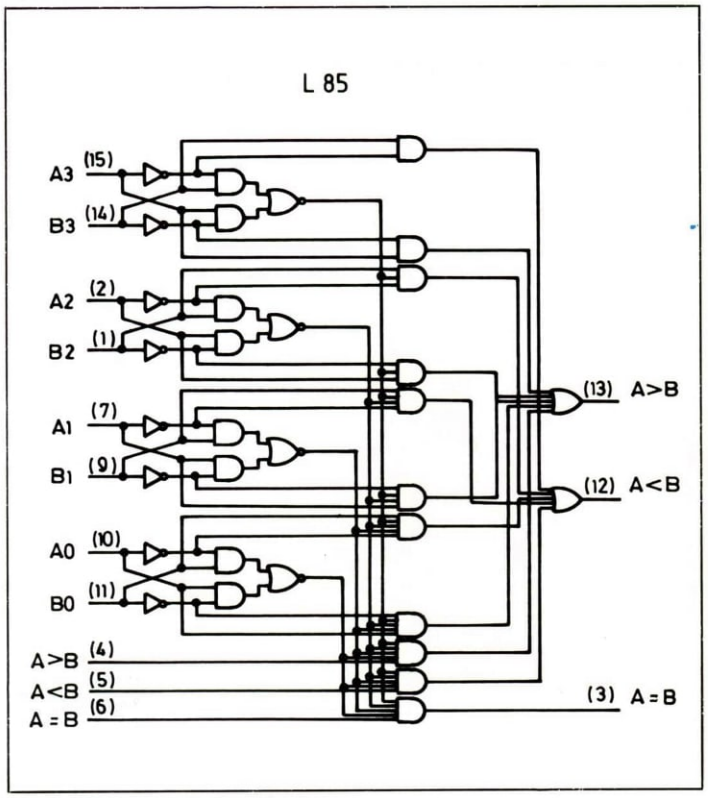
Despiece de un potenciómetro con mando giratorio para panel; se aprecia claramente la capa de material resistivo (negro) y la disposición de los contactos.



Conjunto de potenciómetros ajustables de diferentes tipos y modelos.



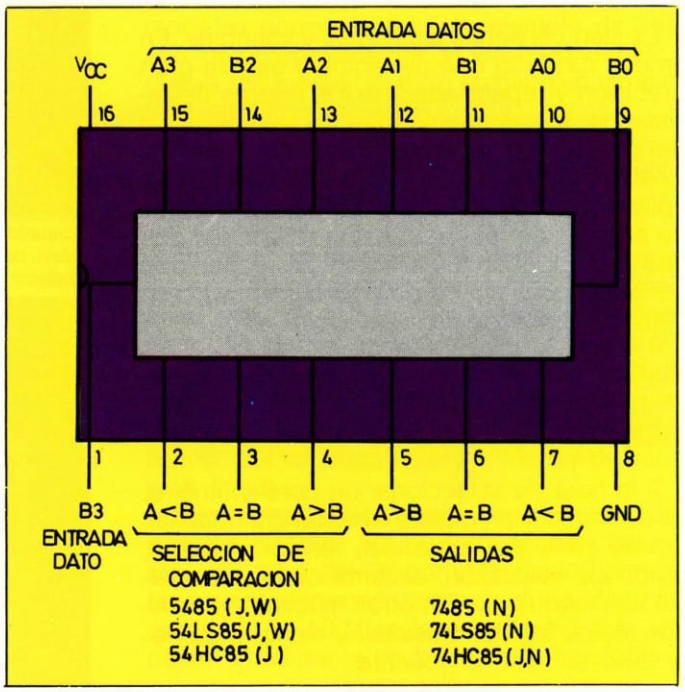
Esquema interno de los circuitos integrados 54/7485 y 54/74LS85.



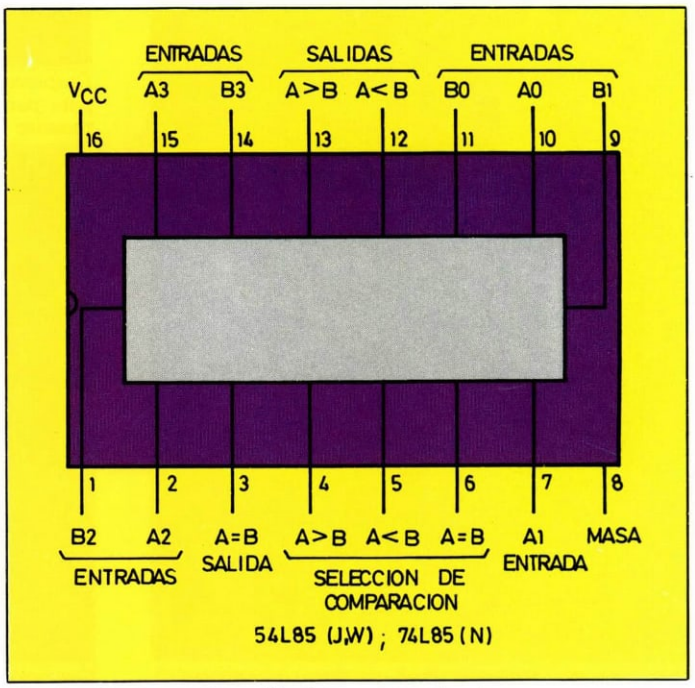
Esquema interno de los circuitos integrados 54/74L85.

ENCAPSULADO

Estos circuitos integrados se presentan en el encapsulado dual-in-line de 16 patillas, estando disponible en material plástico o cerámico.



Distribución de patillas de los circuitos integrados de las familias TTL estándar, LS y HC (μCMOS).



Distribución de patillas utilizadas para los circuitos integrados de la serie L.

COMPARADORES DE MAGNITUD DE 4 BITS: 54/7485, 54/74L85, 54/74LS85, 54/74HC85

Estos circuitos realizan la comparación completa de 2 palabras de 4 bits en binario natural o BCD. Tienen tres salidas que indican A < B, A > B, A = B. Las tres entradas de selección afectan a las salidas, y además facilitan la conexión en cascada de varios comparadores de 4 bits para poder comparar palabras de cualquier longitud.

En los circuitos 85 y LS85 la operación en cascada se realiza con un retardo aproximado de dos puertas, con el fin de reducir el tiempo total de comparación cuando se trabaja con palabras de gran longitud.

Tipo	Potencia disipada típica	Retardo de propagación
85	275 mW	23 ns
L85	20 mW	55 ns
LS85	52 mW	24 ns

Los circuitos 54HC85 y 74HC85 están fabricados con tecnología microCMOS con puertas de silicio P de 3,5 μ y diseñados para alta velocidad de comparación. Sus principales características son:

— Tiempo de retardo de propagación: 27 ns.
— Tensión de alimentación: entre 2 y 6 V.
— Baja corriente de entrada: 1 μA máximo.
— Baja corriente de reposo: 80 μA máximo (serie 74HC).
— Pueden atacar 10 entradas TTL-LS.

Comparación de palabras de más de 8 bits

Para comparar palabras cuya longitud es superior a 4 bits, se compararán en primer lugar los 4 bits menos significativos; las salidas que dan el resultado de esta primera comparación se conectan directamente a las entradas de selección del siguiente comparador, en el que se llevará a cabo la comparación de los 4 bits que van a continuación de los 4 primeros; las salidas de este segundo comparador se conectarán a las entradas de selección del tercero, y así sucesivamente, se colocarán en cascada los comparadores que sean necesarios para cubrir la longitud de las palabras a comparar. El último comparador de la cascada indicará en sus salidas el resultado total de la comparación.

Las entradas de selección del primer integrado de la cascada se conectarán de la siguiente manera: las entradas A < B y A > B, a nivel bajo; y la entrada A = B a nivel alto. Estas conexiones se realizarán también cuando se utiliza un comparador independiente de sólo 4 bits, en el modo de funcionamiento más simple.

TABLA DE VERDAD (*)
85 y LS85

Comparación de entradas				Selección			Salidas		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

TABLA DE VERDAD (*)
L85

Comparación de entradas				Selección			Salidas		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	H	L	H	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	H	H	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	H	H	H	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	H	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	L	L	L

TABLA DE VERDAD (*)
HC85

Comparación de entradas				Selección			Salidas		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

(*) H = Nivel alto.
L = Nivel bajo.
X = Indiferente.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS TIPOS 85, L85, LS85

Parámetro	Condiciones			54/74 85 Mín	54/74 85 Tip	54/74 85 Máx	54/74 L85 Mín	54/74 L85 Tip	54/74 L85 Máx	54/74 LS85 Mín	54/74 LS85 Tip	54/74 LS85 Máx	Unidades
Tensión entrada nivel H				2			2			2			V
Tensión de entrada nivel L (bajo)			54			0,8			0,7			0,8	V
			74			0,8			0,7			0,8	
Corriente salida nivel H						− 800			− 200			− 400	μA
Tensión salida nivel H	V_{CC} = Mín. V_{IH} = 2 V		54	2,4			2,4			2,5	3,4		V
	V_{IL} = Máx. I_{OH} = Máx		74	2,4			2,4			2,7	3,4		
Corriente salida nivel L			54			16			2			4	mA
			74			16			3,6			8	
Tensión salida nivel L	V_{CC} = Mín	I_{OL} = Máx	54			0,4		0,15	0,3		0,25	0,4	V
	V_{IH} = 2 V		74			0,4		0,2	0,4		0,35	0,5	
	V_{IL} = Máx	I_{OL} = 4 mA	74								0,25	0,4	
Corriente entrada a tensión de entrada máx	V_{CC} = Máx	V_I = 5,5 V	A < V, A > B, a A = B			1,0			0,1				mA
		V_I = 7 V										0,1	
		V_I = 5,5 V	Restantes entradas			1,0			0,3				
		V_I = 7 V										0,3	
Corriente de entrada a nivel alto	V_{CC} = Máx	V_I = 2,4 V	A < B, A > B o A = B			40			10				μA
		V_I = 2,7 V										20	
		V_I = 2,4 V	Restantes entradas			120			30				
		V_I = 2,7 V										60	
Corriente de entrada nivel bajo	V_{CC} = Máx	V_I = 0,3 V	A < V, A > B, o A = B						− 0,18				μA
		V_I = 0,4 V				− 1,6						− 0,4	
		V_I = 0,3 V	Restantes entradas						− 0,54				
		V_I = 0,4 V				− 4,8						− 1,2	
Corriente de salida en cortocircuito	V_{CC} = Máx (2)		54	− 20		− 55	− 3		− 15	− 20		− 100	mA
			74	− 18		− 55	− 3		− 15	− 20		− 100	
Corriente de alimentación	V_{CC} = Máx	Condition A	(3)						6,6				mA
		Condition B							7,0				
			(4)		55	88					10,4	20	

H = nivel alto, L = nivel bajo, valores típicos para V_{CC} = 5 V

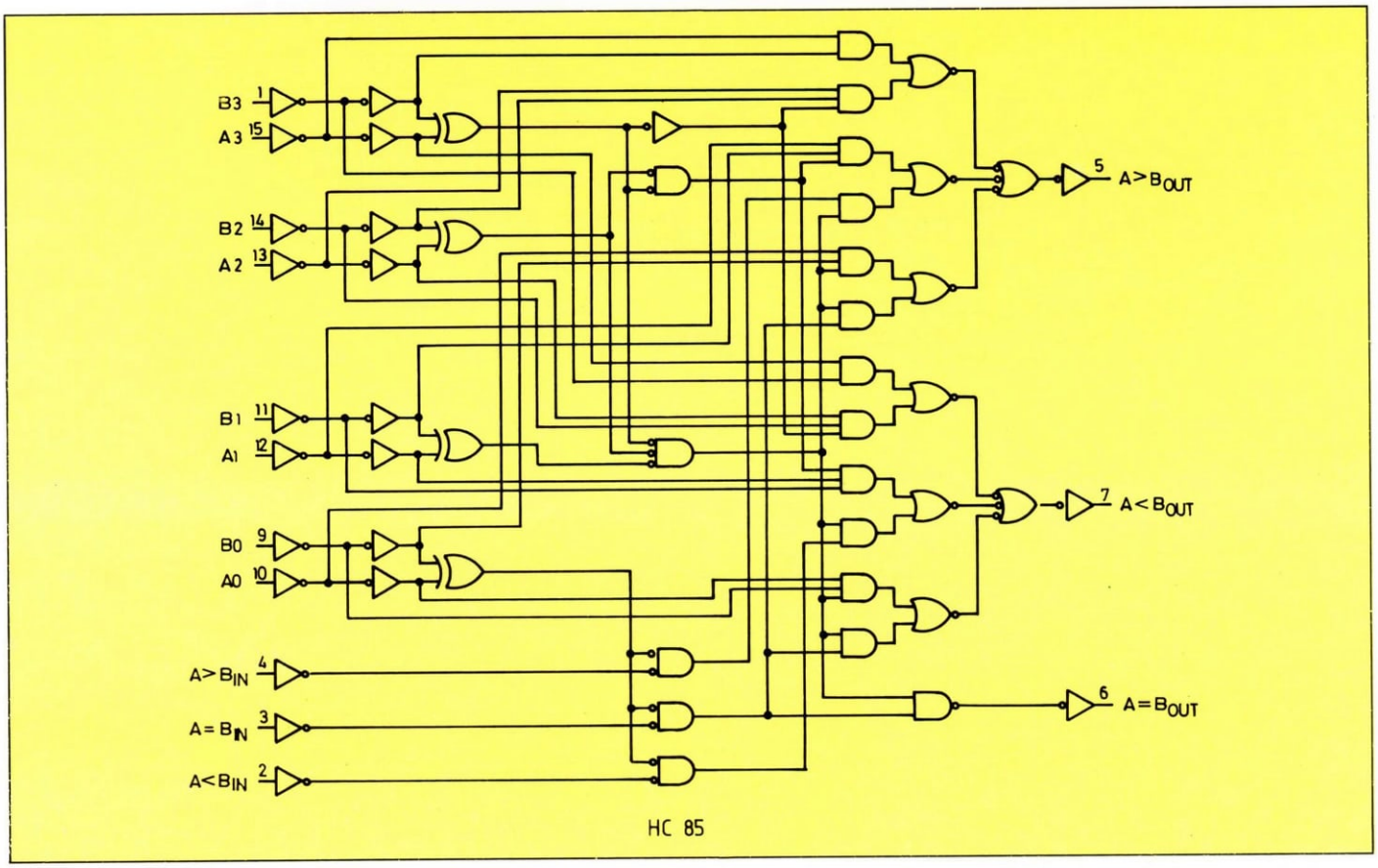
TIEMPOS DE RETARDO MAXIMOS

Máximo tiempo de retardo de propagación de la entrada a la salida		HC85	85	L85	LS85	LS85	Unidades
dato	A < B, A > B	20	20	55	20	26	ns
A = B	A = B	12	13	55	13	16	ns
cascada	salida	13	—	—	—	—	ns
dato	A = B	20	23	70	23	26	ns
condiciones de medida	C_L =	15	15	50	15	50	pF
V_{CC} = 5 V, T_A = 25 °C	R_L =	—	0,4	4	2	4	kΩ

CARACTERISTICAS ELECTRICAS TIPO HC85

Parámetro	Condiciones	V_{cc}	$T_A = 25°C$		74HC $T_A = -40$ a $85°C$	54HC $T_A = 55$ a $125°C$	
			Tip	límites garantizados			
Tensión mínima para nivel alto		2,0 V		1,5	1,5	1,5	V
		4,5 V		3,15	3,15	3,15	V
		6,0 V		4,2	4,2	4,2	V
Tensión máxima para nivel bajo		2,0 V		0,3	0,3	0,3	V
		4,5 V		0,9	0,9	0,9	V
		6,0 V		1,2	1,2	1,2	V
Tensión de salida mínima para nivel alto	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 20\ \mu A$	2,0 V	2,0	1,9	1,9	1,9	V
		4,5 V	4,5	4,4	4,4	4,4	V
		6,0 V	6,0	5,9	5,9	5,9	V
	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 4,0$ mA	4,5 V	4,2	3,98	3,84	3,7	V
	$\lvert I_{OUT}\rvert \leq 5,2$ mA	6,0 V	5,7	5,48	5,34	5,2	V
Tensión de salida máxima para nivel bajo	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 20\ \mu A$	2,0 V	0	0,1	0,1	0,1	V
		4,5 V	0	0,1	0,1	0,1	V
		6,0 V	0	0,1	0,1	0,1	V
	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 4,0$ mA	4,5 V	0,2	0,26	0,33	0,4	V
	$\lvert I_{OUT}\rvert \leq 5,2$ mA	6,0 V	0,2	0,26	0,33	0,4	V
Corriente máxima de entrada	$V_{IN} = V_{CC}$ o masa	6,0 V		± 0,1	± 1,0	± 1,0	μA
Consumo máximo en reposo	$V_{IN} = V_{CC}$ o masa $I_{OUT} = 0\ \mu A$	6,0 V		8,0	80	160	μA

V_{IN} = Tensión de entrada.
V_{OUT} = Tensión de salida.



 Esquema interno de los circuitos integrados 54/74HC85.

DETECTORES RECEPTORES Y EMISORES OPTICOS

Con el presente artículo se finaliza el análisis dedicado a las comunicaciones ópticas, y que se completa con el referido a la fibra óptica.

Emisores ópticos

El láser de semiconductores y el LED (dicho electroluminiscente) se usan universalmente como fuentes luminosas en los sistemas de comunicaciones ópticas, debido a que ningún otro tipo de fuente óptica puede modularse directamente a las altas velocidades de transmisión requeridas, con tan baja excitación y tan elevada salida. La elección entre el láser y el LED es función del sistema: para anchos de banda grandes y largos alcances el láser ofrece un mejor rendimiento. Para distancias cortas y medias con anchos de banda escasos, en donde la baja potencia de salida, la respuesta en frecuencia o la gran anchura espectral no sean factores limitativos, se suele escoger el LED, ya que tanto el circuito de ataque como el de control son más sencillos.

El foco luminoso más sencillo es el que radia en un espectro considerable de frecuencias, por ejemplo, el diodo semiconductor de Ga Al As (arseniuro de galio con impurezas de aluminio). Cuando la unión P-N de este diodo se polariza en sentido directo, tiene lugar una emisión espontánea de fotones. Esta emisión se realiza en la longitud de onda de 0,85 µm aproximadamente, y puede variarse ligeramente con la adición de aluminio. En este margen de longitud de onda las fibras presentan muy baja atenuación. Esta luz no es visible, pero su intensidad espectral puede superar la del sol; si el área iluminada por el diodo es suficientemente pequeña, los LED, al contrario que el láser, emiten radiación en todas direcciones. Como la fibra acepta sólo la luz que se propaga siguiendo

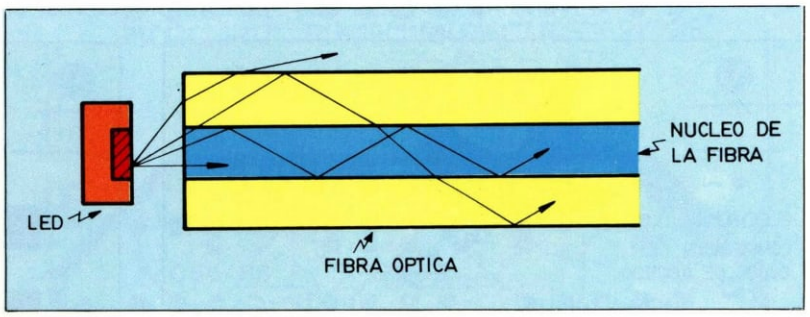
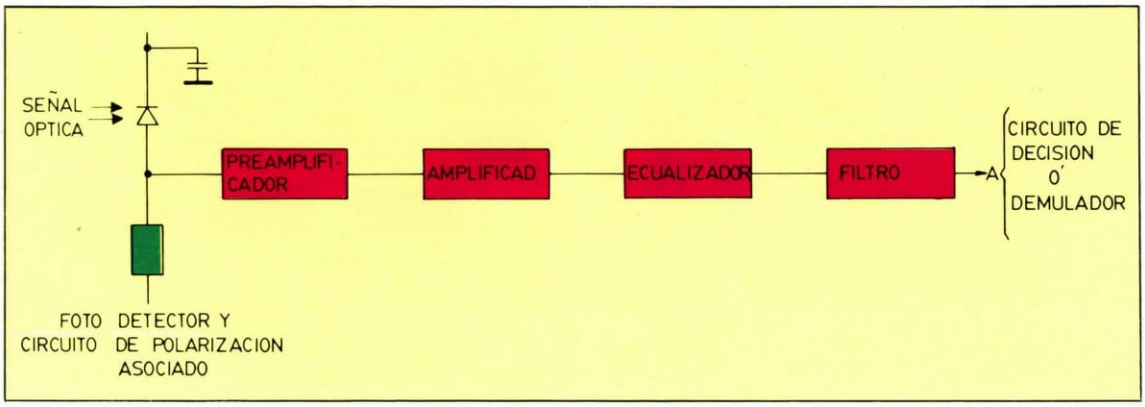


Diagrama de los rayos de luz que partiendo de un LED entran en una fibra multimodo.



Canal de un receptor óptico. Incluye las etapas que conducen hacia los circuitos de decisión o demodulador (según se trate de una señal digital o analógica).

una dirección casi axial, sólo una pequeña fracción de la luz emitida por el diodo es captada y transmitida por la fibra.

El diodo láser es mucho mejor, y se puede fabricar a partir de un diodo de unión Ga Al As, pero requiere técnicas muy avanzadas. Este láser semiconductor está formado por la concentración de los fotones emitidos en la región P-N por espejos colocados en los extremos abiertos del dispositivo. La unión está polarizada fuertemente en sentido positivo.

La acción de ganancia láser se mantiene una vez que se ha excedido un umbral de corriente, para una densidad de electrones suficientemente alta. Puesto que los fotones estimularán la emisión de la misma longitud de onda, el mecanismo de ganancia sirve para estrechar el espectro de emisión.

El láser de unión es tan delgado que es difícil acoplarlo a una fibra monomodo, y por lo general hace falta una pequeña lente. Los diodos láser se pueden abrir y cerrar rápidamente con el interruptor de corriente, que les suministra energía hasta una frecuencia máxima de impulsos que supera los 500 millones por segundo.

En líneas generales, el detector es un dispositivo que convierte fotones en electrones. Un receptor se compone de un detector y de los necesarios circuitos asociados que lo capaciten para funcionar en un sistema de comunicaciones ópticas, transformando señales de frecuencias ópticas a frecuencias inferiores, con la mínima adición de ruido indeseable, y con un ancho de banda suficiente para no distorsionar la información insertada en la señal (analógica y digital).

Los receptores ópticos actuales se basan en uno de estos dos tipos de detectores: el fotodiodo de avalancha (APD) y el diodo PIN (positivo-intrínseco-negativo).

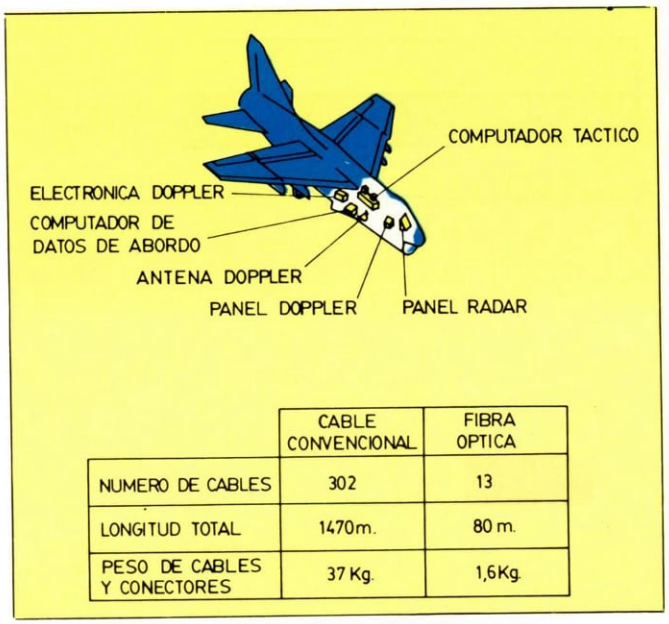
Cuando se dispone de APD de bajo ruido, se consigue un aumento significativo de la sensibilidad del receptor óptico. Siempre son deseables buenos APD para los receptores ópticos (suponiendo que se puedan atender sus requisitos de alta tensión de alimentación). Los APD de silicio son muy adecuados para usarse con fuentes de luz de Ga Al As a 0,85 μm, pero no a las longitudes de onda de 1,3 y 1,55 μm. Se han usado APD de germanio a esas longitudes de onda, pero presentan valores elevados de corriente de obscuridad.

Los detectores PIN presentan muchas características interesantes, a pesar de que requieren circuitos de muy bajo ruido en aplicaciones de alta sensibilidad. El rendimiento de la conversión de fotones en corriente se puede aproximar al 100 por 100; en general, se pueden alcanzar rendimientos superiores al 60-70 por 100. Actualmente se producen diodos PIN para longitudes de onda mayores de 1,0 μm.

Aplicaciones

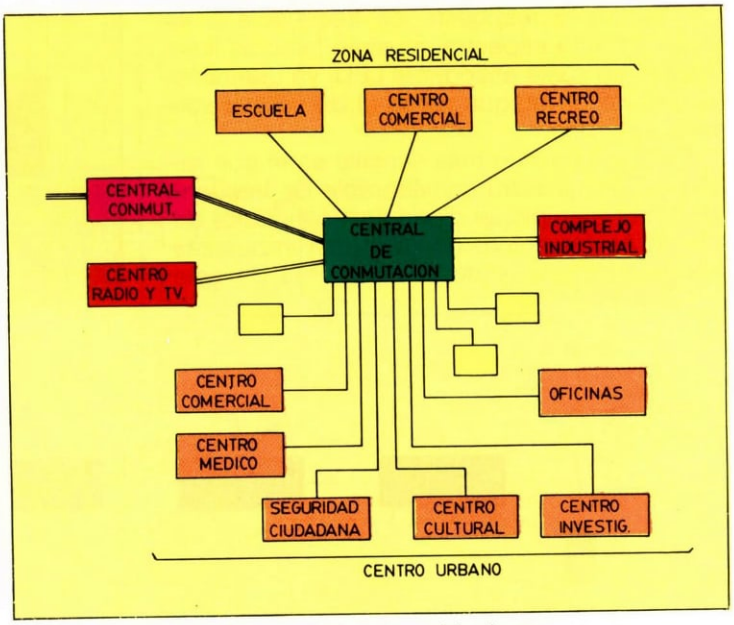
Comúnmente se suelen incluir las siguientes ventajas de los sistemas por fibra óptica:

1. Grandes anchos de banda con pequeñas pérdidas de propagación.
2. Pequeño tamaño y peso.
3. Bajo coste de materiales.
4. Eliminación de interferencias electromagnéticas y total aislamiento eléctrico.
5. Dificultad de intercepción de las comunicaciones.



	CABLE CONVENCIONAL	FIBRA OPTICA
NUMERO DE CABLES	302	13
LONGITUD TOTAL	1470m.	80 m.
PESO DE CABLES Y CONECTORES	37 Kg.	1,6Kg.

Comparación de la interconexión de los sistemas de navegación y de armamento dentro del avión A-7 de la U.S. Navy, utilizando cableado convencional y fibra óptica.



Esquema de una ciudad completamente cableada por fibras ópticas enlazando hogares y oficinas del área metropolitana con zonas residenciales, hospitales, escuelas...

CONTROL DE TONOS ESTEREO

Con este montaje se determina la serie de cuatro que permiten la realización de un amplificador estéreo de alta fidelidad. Y se ha descrito la etapa de potencia, la fuente de alimentación de la etapa de potencia y el previo universal estéreo; el presente control de tonos proporciona la señal suficiente para atacar dos etapas de potencia.

Si no se desea tener entrada de P.U. magnético, y sólo nos interesa tener entradas de cinta y radio, no será necesario utilizar el previo universal, ya que la señal de 200 mV es suficiente para atacar el control de tonos. Si se opta por esta última posibilidad será necesario dotarlo de un conmutador, de dos circuitos (uno por cada canal) y tantas posiciones como posibilidades se deseen disponer.

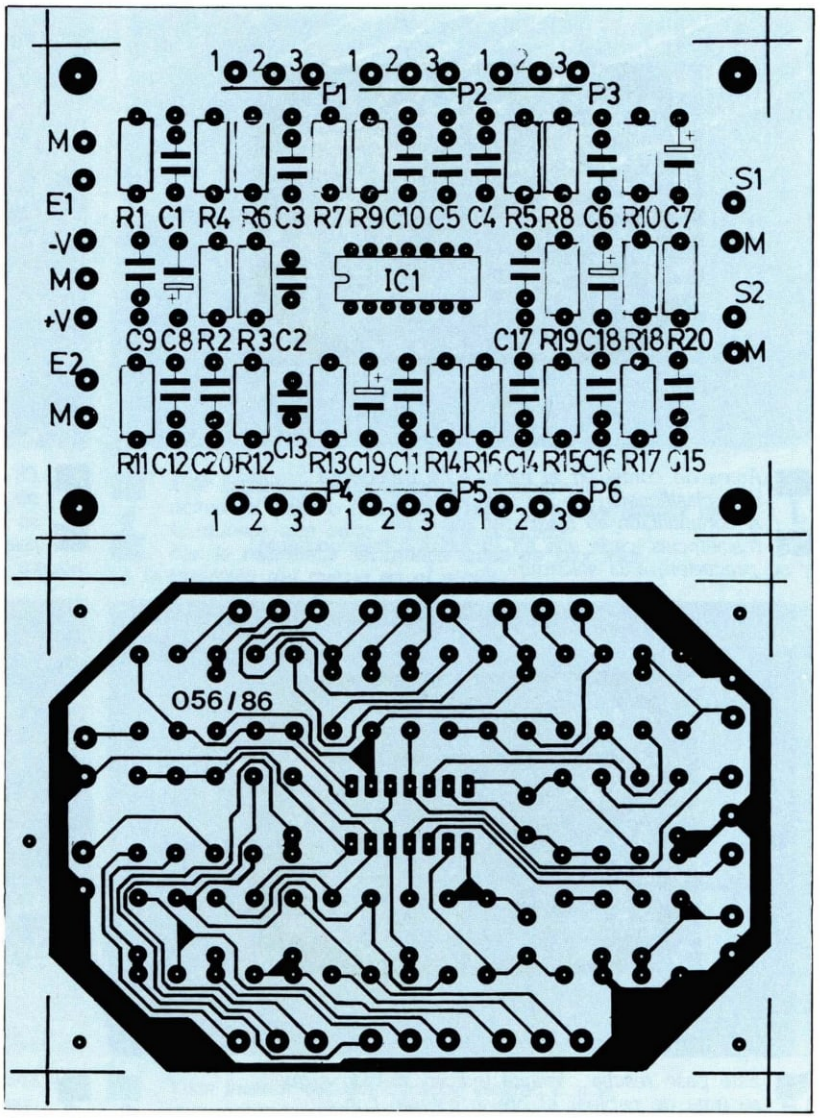
El componente activo de este circuito es el amplificador operacional cuádruple TL084. Se pueden utilizar otros circuitos integrados que tienen cuatro amplificadores operacionales y cuyas patillas coinciden con las del TL084, como el LM324, si bien esta opción disminuirá las prestaciones del circuito.

Si se desea, el circuito se puede convertir en el control de tonos del montaje ya descrito mezclador de cuatro canales; en este caso habrá que disponer de dos placas del mezclador, ya que se trata de un montaje estéreo.

Esto permitirá la constitución de un equipo estereofónico, que posea dos entradas de plato (estéreo), una entrada de micro (estéreo) o dos micrófonos monos uno por cada canal, y una entrada auxiliar a la cual se podrá conectar una cinta.

Si se realiza lo anteriormente descrito, podremos montar una pequeña discoteca, en la cual se podrán realizar fundidos de canciones de dos discos distintos como en cualquier discoteca. Este montaje se debe realizar en dos cajas, una que contengan los dos mezcladores de cuatro canales y el control de tonos, y otra que contenga la fuente de alimentación y las dos etapas de potencia. Para alimentar los mezcladores y el control de tonos se recomienda usar la fuente de alimentación universal, descrita en páginas anteriores; la tensión será de ± 12 V, también puede usarse de ± 15 V.

Finalmente, cabe indicar que en el montaje descrito en las líneas anteriores, en el mezclador de cuatro canales deben realizarse los siguientes cambios: en los valores de los componentes, R17, que tiene un valor de



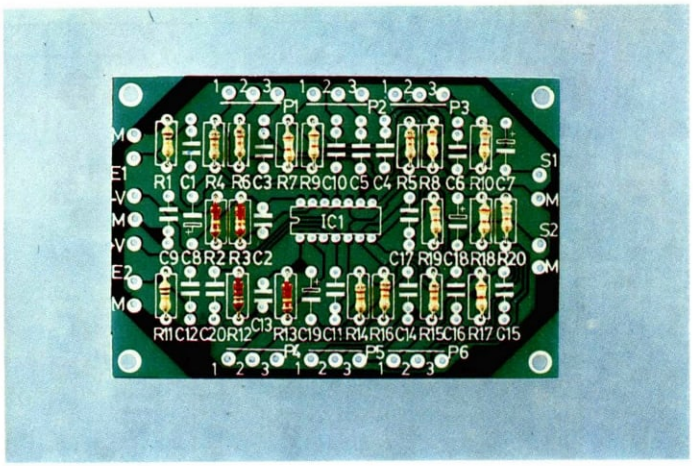
Serigrafía de componentes de la placa de circuito impreso, y placa circuito impreso tamaño real.

470 K, pasa a tener un valor de 100 K; el condensador C20, de valor 15 pF, se le sustituye por uno de 68 pF cerámico; la resistencia R16, de 82 K, pasa a tener un valor de 20 K. Por último, el potenciómetro de volumen P8 de 20 K log se elimina, uniendo directamente el punto S del mezclador con los puntos E del control de tonos; esto último resulta evidente, ya que es inútil tener dos controles de volumen. Los potenciómetros P1, P2, P3 y P4 se recomienda que sean deslizantes y estéreo, si se desea un acabado de tipo profesional.

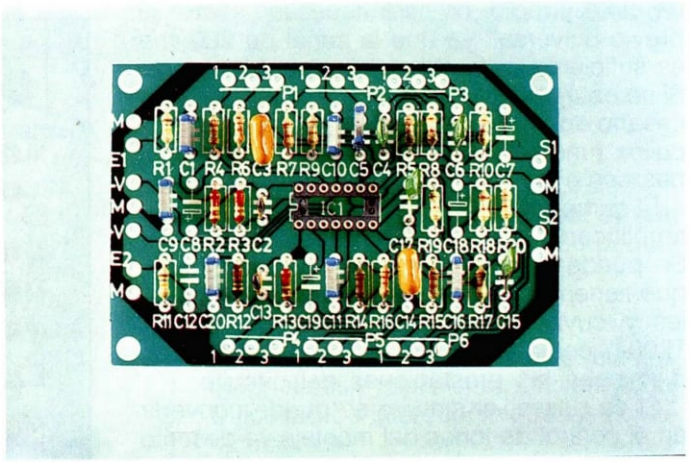
Descripción del circuito

Al tratarse de un montaje estéreo, sólo se comentará uno de los canales, ya que el otro es idéntico. El esquema gira en torno a dos amplificadores operacionales, el primero realiza las funciones de entrada y el segundo el de control de tonos. El primer operacional permite obtener la ganancia necesaria para que la salida pueda atacar las etapas de potencia; la ganancia viene dada por la relación de las resistencias R3 y R2 más 1 por tratarse de una configuración no inversora, la ganancia es, por tanto, de unas 4,2 veces la señal presente en la entrada. La resistencia R1 fija el valor de la impedancia de entrada; la impedancia es por consiguiente de 100 K. El condensador C1 elimina la corriente continua de la señal de entrada.

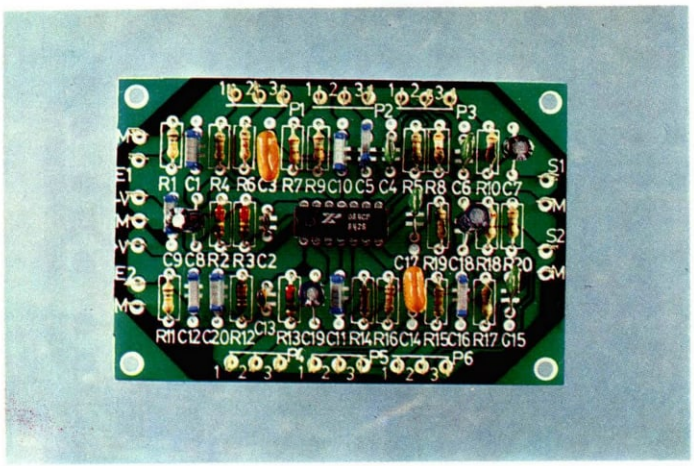
La segunda etapa es realmente el control de tonos, como puede observarse; a diferencia de otros controles de tonos, éste posee control de graves, medios y agudos. Si el control de medios no se quiere insertar, sólo habrá que eliminar una serie de condensadores y resistencias y tendremos el típico control de graves y agudos. Si los controles se encuentran en la posición media, la señal pasará sin sufrir modificación alguna, y según se giren a izquierda o derecha, la señal resul-



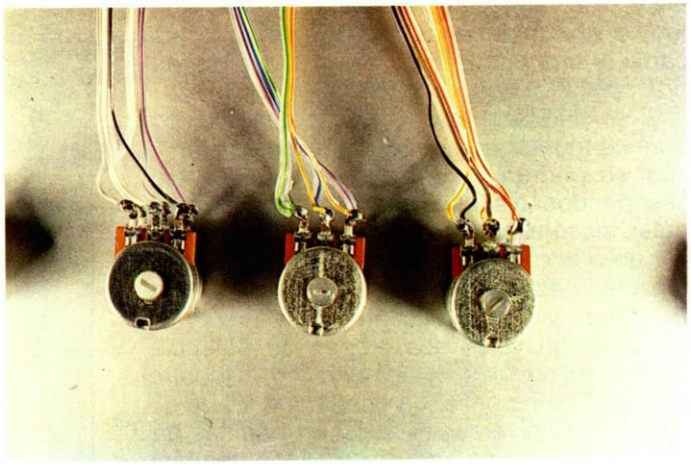
1 *Antes de comenzar el montaje se procederá a la clasificación de los componentes, por familias. A continuación se insertarán todas las resistencias, cada una en su lugar correspondiente, y se procederá a la soldadura.*



2 *En segundo lugar se sueldan los condensadores de poliéster y el condensador cerámico en su lugar correspondiente. También se suelda el zócalo para el circuito integrado, haciendo que la muesca coincida con la de la serigrafía.*



5 *Este paso resulta bastante tedioso, debido a que se trata de cablear el previo estéreo con el control de tonos; el cable que debe usarse es apantallado, ya que en caso contrario se producirán ruidos en la audición.*



6 *Sobre el frontal se instalarán todos los potenciómetros, por lo cual habrá que mecanizarlo previamente. Todos los potenciómetros utilizados son de tipo giratorio. En el conexionado de los potenciómetros de graves medios y agudos no es necesario el uso de cable apantallado.*

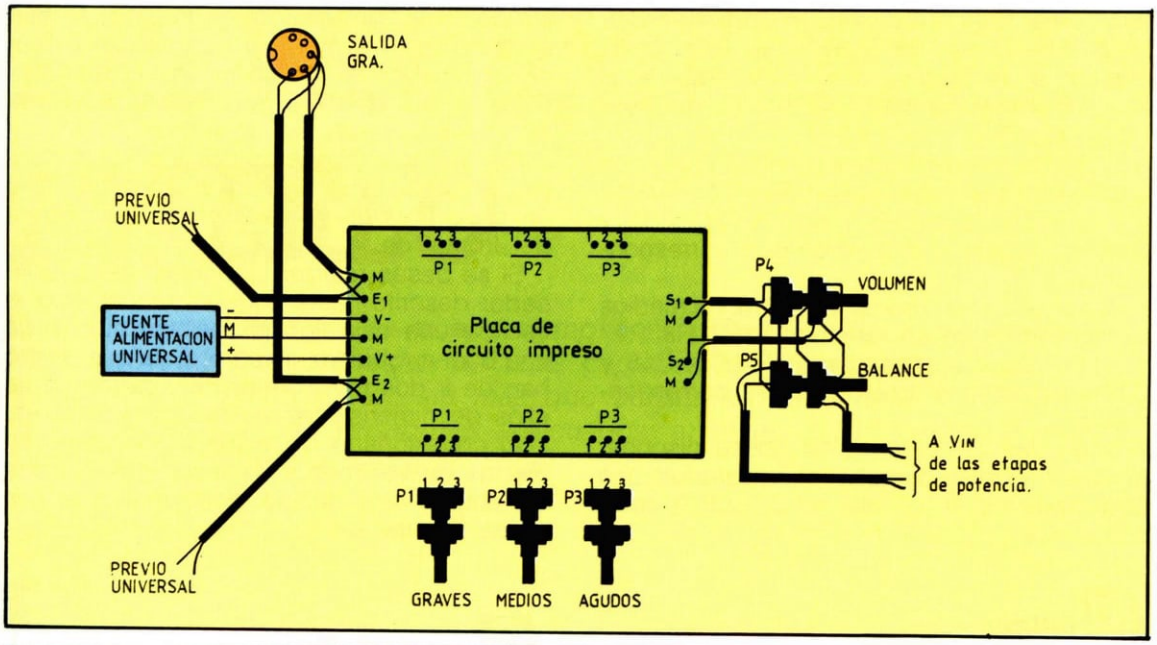
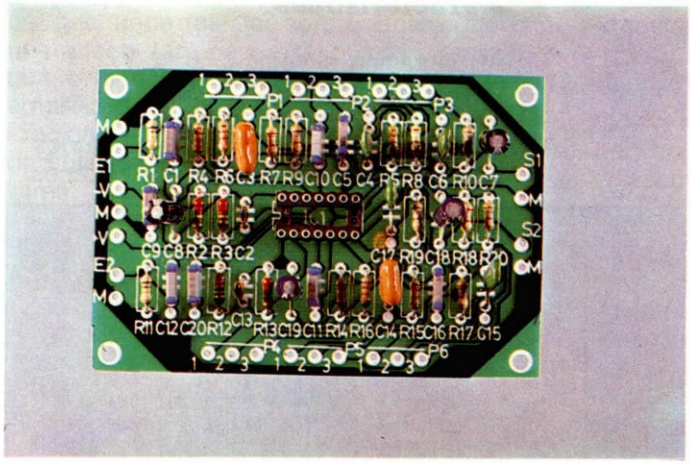
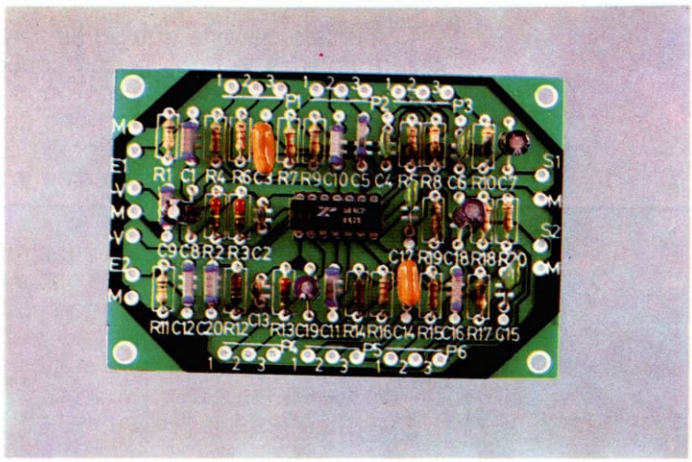


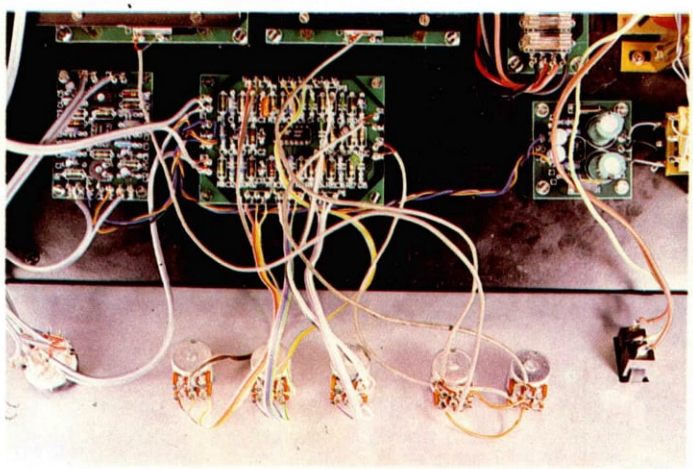
Diagrama de conexionado.



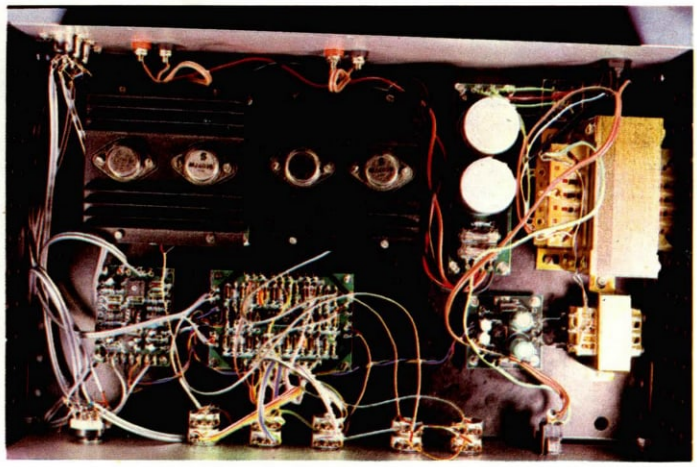
3 *Los condensadores electrolíticos son todos de 1 μF, por lo cual no hay posibilidad de cambiar un valor por otro. A lo que sí se debe prestar atención es a su polaridad, que viene indicada en el cuerpo de los mismos.*



4 *Este circuito solamente posee un elemento activo, el circuito integrado TL084; debemos fijarnos en la muesca que tiene y hacerla coincidir con la referencia serigráfica antes de proceder a la inserción del mismo en el zócalo.*



7 *El cableado de la placa de circuito impreso es bastante complejo, por lo cual se facilita con la utilización de espadines. Antes de esta operación es conveniente realizar una rápida inspección visual de la placa para detectar algún error si lo hubiese.*



8 *Vista interior del amplificador estéreo con la tapa superior quitada. Podemos observar dos etapas de potencia, la fuente de alimentación de 4 A, el previo universal, el control de tonos y la fuente de alimentación universal.*

tará aumentada o atenuada en la banda elegida. El control de graves se centra en 100 Hz, el de medios a 1 kHz y el de agudos a 10 kHz; la ganancia de cada filtro varía entre ± 12 dB.

Si no se desea insertar el control de medios deben eliminarse las resistencias R7, R8, R17 y R18 y los condensadores C4, C5, C15 y C16, así como el potenciómetro correspondiente.

Si no se desea insertar el control de medios deben eliminarse las resistencias R7, R8, R17 y R18 y los condensadores C4, C5, C15 y C16, así como el potenciómetro correspondiente.

Si en vez del balance se desea disponer de dos controles de volumen separados, uno para cada canal, el valor de R2 y R12 debe cambiarse a 220 K.

Montaje

El montaje de este equipo es sencillo y requiere solamente unos pocos conocimientos elementales de electrónica. Todos los componentes están incluidos en una única placa de circuito impreso, a excepción de los potenciómetros de graves, medios y agudos y los controles de volumen y balance; se han elegido de tipo giratorio por ser de menor coste y resultar más fácil el mecanizado de la caja, ya que bastará realizar un taladro de 10 mm por cada uno de éstos.

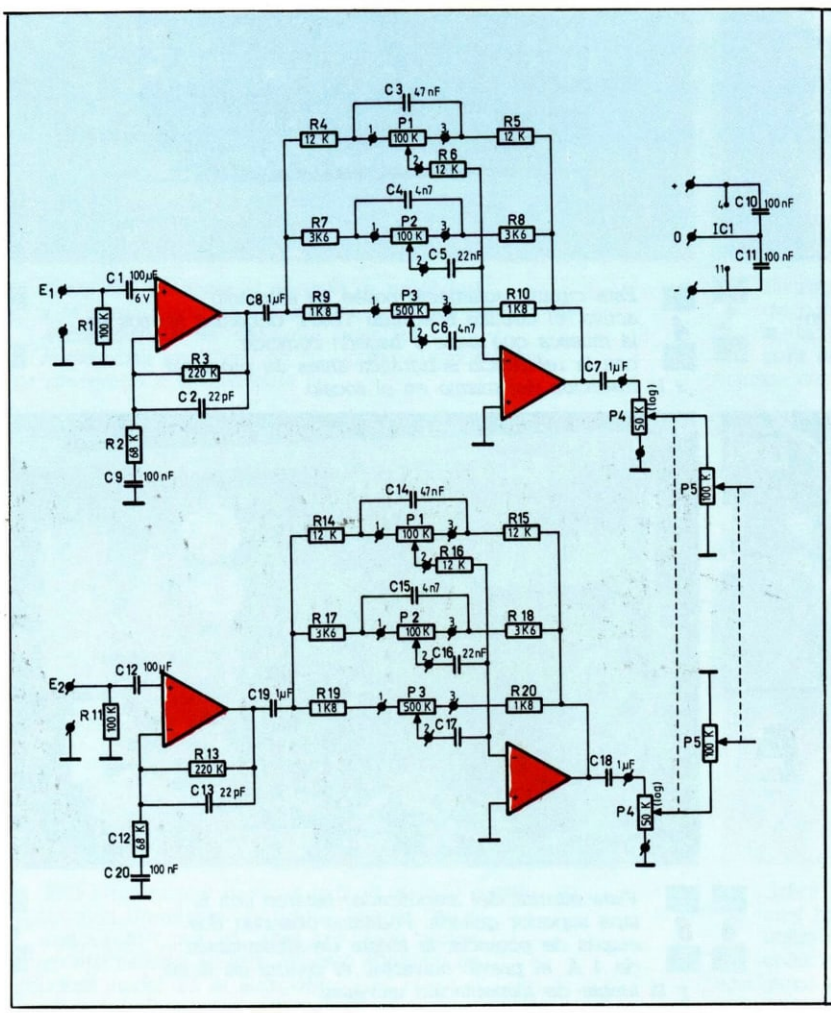
No obstante pueden sustituirse por potenciómetros de tipo longitudinal, lo que exigirá un poco más de cuidado en el mecanizado del frontal de la caja.

Si se desea realizar el montaje del amplificador descrito hasta aquí, se recomienda el uso de una caja tipo profesional que tenga una buena robustez mecánica, ya que dentro han de ir dos transformadores, cada uno de ellos de dimensiones y peso considerables.

El conexionado de la placa, los potenciómetros de volumen y balance, y de éstos a las etapas de potencia, debe realizarse con cable apantallado.

Características

— Alimentación simétrica: ± 12 V.
— Consumo: 5,5 mA.
— Impedancia entrada: 100 K.
— Control tono, graves, medios, agudos.
— Tensión de entrada: 200 mV eficaces.



RESISTENCIAS

R1, R11-Resistencias 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R2, R12-Resistencias 68 K 1/4 W (azul, gris, naranja).
R3, R13-Resistencias 220 K 1/4 W (rojo, rojo, amarillo).
R4, R14-Resistencias 12 K 1/4 W (marrón, rojo, naranja).
R5, R15-Resistencias 12 K 1/4 W (marrón, rojo, naranja).
R6, R16-Resistencias 12 K 1/4 W (marrón, rojo, naranja).
R7, R17-Resistencias 3K6 1/4 W (naranja, azul, naranja).
R8, R18-Resistencias 3K6 1/4 W (naranja, azul, naranja).
R9, R19-Resistencias 1K8 1/4 W (marrón, gris, naranja).
R10, R20-Resistencias 1K8 1/4 W (marrón, gris, naranja).

CONDENSADORES

C1, C12-Condensadores 100 nF poliéster.
C2, C13-Condensadores 22 pF cerámico.
C3, C14-Condensadores 47 nF poliéster.
C4, C15-Condensadores 4,7 nF poliéster.
C5, C16-Condensadores 22 nF poliéster.
C6, C17-Condensadores 4,7 nF poliéster.
C7, C18-Condensadores 1 µF electrolítico, 63 V.
C8, C19-Condensadores 1 µF electrolítico, 63 V.
C10, C11-Condensadores 100 nF poliéster.

POTENCIOMETROS

P1-Potenciómetro doble para panel 100 K LIN.
P2-Potenciómetro doble para panel 100 K LIN.
P3-Potenciómetro doble para panel 500 K LIN.
P4-Potenciómetro doble para panel 50 K LOG.
P5-Potenciómetro doble para panel 100 K LIN.

SEMICONDUCTORES

IC1-Circuito integrado TL084.

— 1 zócalo para circuito integrado de 14 patillas.
— 30 terminales de espadín.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 caja recomendada para el amplificador de Alta Fidelidad.
— RACK MECANO 3 unidades, fondo a 25 cm.

PREVIO UNIVERSAL ESTEREO

Con el previo universal se pueden amplificar diferentes tipos de señales, tales como las que proceden de unas cápsulas magnéticas, sintonizador (radio), cinta, guitarra, etc., sin más que utilizar en cada caso los valores de resistencias y condensadores adecuados; a veces habrá que puentear algún componente o prescindir de él.

Puede resultar sorprendente que con una placa tan pequeña puedan realizarse tantos montajes distintos. El empleo de los amplificadores operacionales permite la realización de previos de audio de alta calidad utilizando muy pocos componentes auxiliares.

Descripción del circuito

Comenzamos por la descripción del preamplificador para cápsula magnética, que es para lo que en un principio fue pensado el diseño.

Parece lógico pensar que lo ideal de un previo, y en general cualquier aparato destinado a la reproducción de sonido, es que su respuesta en frecuencia sea lineal, esto es, que sea cual sea la frecuencia, el amplificador siempre amplifique lo mismo. Esto que en principio resulta tan evidente, no lo es tanto si pensamos que por algún motivo técnico hemos grabado unas frecuencias con más amplitud que otras; si se desea reproducir el sonido original habrá que invertir el proceso para el caso de querer obtener una reproducción fiel.

Los elementos característicos de todas las grabaciones de disco son la amplitud del movimiento de la punta o estilete de grabación y la velocidad (amplitud de velocidad de los desplazamientos laterales de dicho estilete).

Hay dos tipos de grabación de discos: a velocidad constante y la grabación a amplitud constante. La primera consiste en mantener la velocidad constante; así pues, la velocidad estilete varía en cada instante. En este tipo de grabación la amplitud es inversamente proporcional a la frecuencia. Se presentan

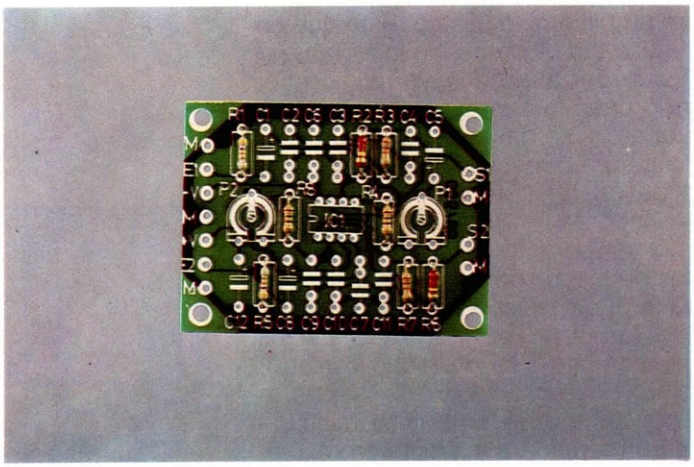
problemas a bajas frecuencias, ya que en ellas la amplitud de oscilación es demasiado grande. En el segundo tipo, amplitud constante, la puerta de grabación oscila simétricamente respecto a la posición de reposo; este sistema no presenta ningún inconveniente a bajas frecuencias, pero sí en las frecuencias altas, ya que el estilete debe oscilar muchas veces.

Para eliminar estos problemas se recurre a grabar mediante la llamada preacentuación de agudos. Este método consiste en realizar la grabación tomando como referencia la frecuencia de 1 kHz; por debajo de esta frecuencia la señal se atenúa, en amplitud, y por encima se acentúa. En la actualidad todos los discos fabricados en el mundo se realizan con la curva RIAA (Recording Industries Association of America).

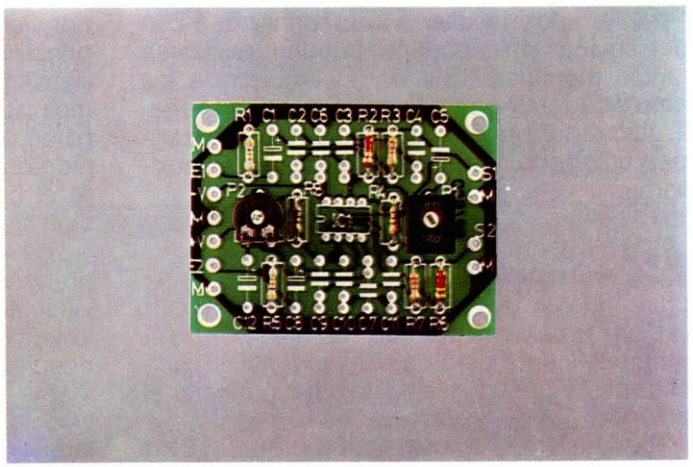
Si nos fijamos en las gráficas de ecualización RIAA observamos que para conseguir una amplitud de salida constante para cualquier frecuencia las amplitudes de las frecuencias bajas han de aumentarse, las frecuencias centrales no deben sufrir modificación y las altas deben atenuarse. Todo esto se refiere a la suma RIAA.

La red R2, C2, R3, C3, C4 para el canal primero, y la red R6, R7, C9, C10, C11, para el segundo, son las encargadas de realizar esta corrección de amplitud en función de la frecuencia.

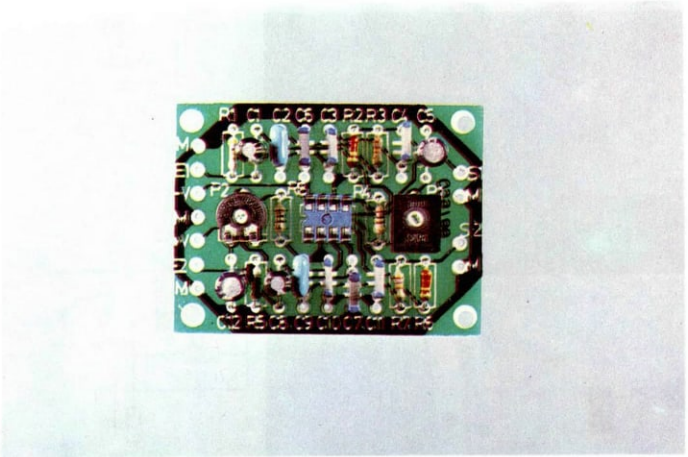
Los potenciómetros ajustables P1 y P2 sirven para ajustar los niveles de salida, ya que, según el modelo de cabeza magnética que se posea, la señal puede oscilar entre 3,5 y 8 mV; en el primer caso habrá que girar P1 y P2 para que presenten el mínimo valor de resistencia, mientras que en el segundo deberán tener el máximo valor de resistencia. Para un caso de cápsula magnética típica que dé una señal de 5 mV, bastará colocar los po-



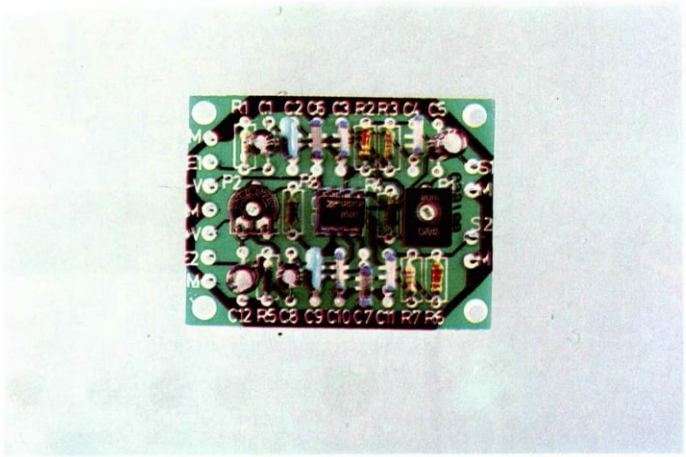
1 *En la primera fase del previo se comienza con la instalación de las resistencias fijas, en el lugar reservado en la placa; para no equivocarse basta con seguir la serigrafía de la misma.*



2 *La segunda fase consistirá en la colocación de los potenciómetros ajustables; al igual que las resistencias fijas, la serigrafía nos indica claramente su posicionado en la placa.*



5 *Los condensadores de poliéster tienen el valor de la capacidad marcado sobre el cuerpo de los mismos; se soldarán cada uno en su sitio correspondiente, y con unos alizates se cortarán los trozos de patillas sobrantes.*



6 *La instalación de los integrados sobre los zócalos no ofrecerá ninguna dificultad si se han seguido las recomendaciones hechas para la instalación del zócalo; bastará hacer coincidir las muescas del integrado y del zócalo.*

tenciómetros en su posición media.

A continuación se analizan una serie de casos; no deben tomarse como el total de las posibilidades del previo, sino como unos ejemplos de cómo adaptar el montaje según las necesidades particulares de cada uno.

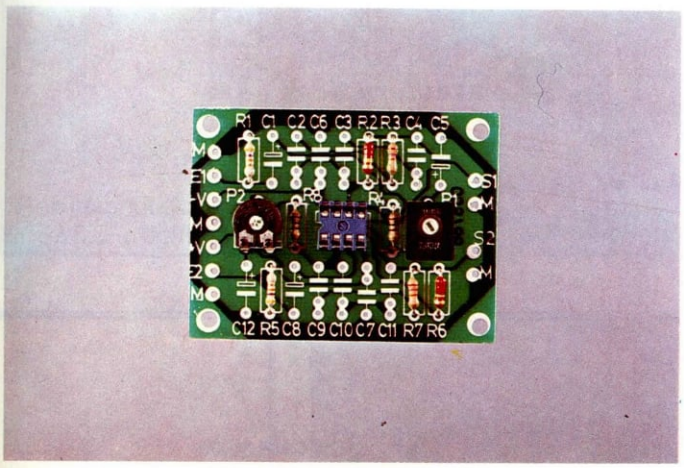
Previo para micrófono

Nos vamos a referir a un solo canal; para el otro, lo único que habrá que hacer es buscar el condensador o resistencia análoga. Dado que R1 fija la impedancia de entrada, si deseamos conectar micros de baja impedancia colocaremos un valor de 1 K; se puede colocar un valor un poco inferior si se observa que es necesario, por ejemplo, 600 Ω.

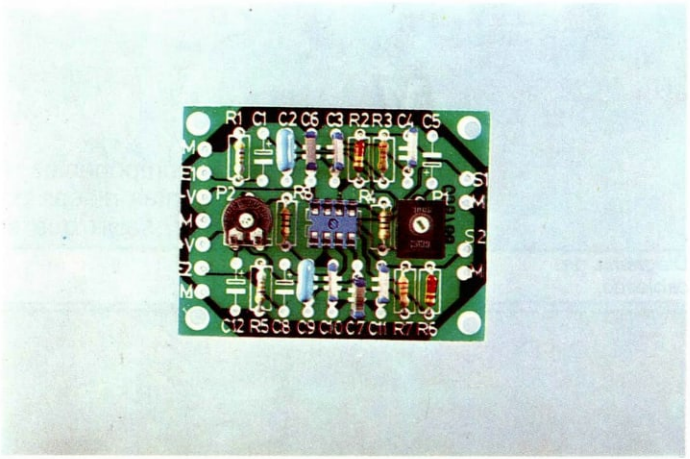
Los condensadores C2, C3 y C4 no se colocan, y tampoco se colocará la resistencia R3. Si la señal de salida es muy grande, habrá que variar el valor de P1 por un valor más elevado; en principio nos servirá un valor de 5 K. Si tenemos problemas porque la señal de salida es demasiado elevada se cambiará a 10 K. Los demás componentes R2, R4, C1 y C5 permanecen con los valores que se dan para el PV magnético.

Previo para guitarra

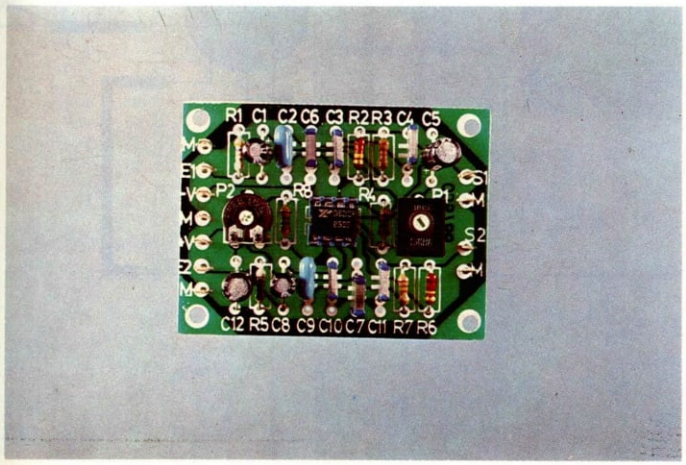
Dado que la señal que entrega una guitarra eléctrica varía entre 20 y 50 mV, dependiendo del tipo de pastilla que lleve incorporada, la impedancia de entrada nunca debe ser inferior a 47 K, si bien se recomiendan valores mayores, por ejemplo, 100 K; por tanto, el valor de R1 debe ser de alrededor de 100 K. P1 debe tomar un valor de 50 K; si aun con



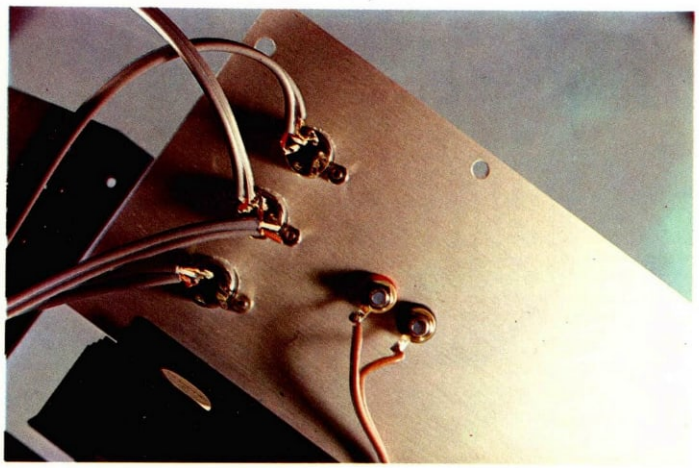
3 *A continuación se instalan los zócalos para los circuitos integrados. Para evitar fallos al colocar los circuitos integrados sobre éstos se debe observar la marca de la serigrafía de la placa y hacerla coincidir con la muesca del zócalo.*



4 *Los condensadores electrolíticos son del tipo axial, por lo que se colocan todos en posición vertical; sobre el cuerpo del condensador se encuentra marcada la polaridad, que habrá que hacer coincidir con la serigrafía.*



7 *La instalación de espadines en la placa de circuito impreso nos facilitará el cableado de la placa a los conectores DIN y al selector de entradas. Es conveniente hacer un estañado de los espadines.*



8 *El cableado de la placa al conector DIN de entrada del PU magnético debe realizarse con cable apantallado. Se debe también utilizar cable apantallado para los conectores destinados a la cinta y radio.*

este valor la señal a la salida resultase demasiado elevada, se le podrá sustituir por uno de 100 K, ajustando el mismo de acuerdo con el volumen deseado. El valor de C5 se puede disminuir si se desea que la guitarra entregue más agudos; el valor depende del gusto del guitarrista. Si se toma esta opción se comenzará ensayando con uno de 100 nF, pudiendo llegar a colocar uno de valor más pequeño en función de los deseos del instrumentista.

Si en vez de la guitarra se desea conectar un bajo eléctrico, se recomienda dejar C5 con el valor de 100 μF. Los demás componentes, C2, C3, C4 y R3, se quitan, R4 queda con el mismo valor que tiene para el montaje de PV magnético.

En general, lo que se debe tener en cuenta, si se desea realizar un montaje distinto a los explicados, es que R1 nos fija el valor de la impedancia de entrada, y que si se eliminan C2, C3, C4 y R3 la ganancia queda fijada por la relación existente entre R2 y R4 más P1.

Montaje

El montaje de los componentes resulta muy fácil. Se montarán tantas placas como entradas se deseen tener, salvo que se trate de cinta y radio cuya señal es suficiente para atacar directamente el control de tonos.

Para seleccionar las entradas se realizará con un conmutador, que será de dos circuitos por tratarse de un montaje estéreo, y tendrá tantas posiciones como señales se deseen introducir; como ejemplo se señala uno con entradas PU magnético, cinta y radio, que está destinado al amplificador de alta fidelidad.

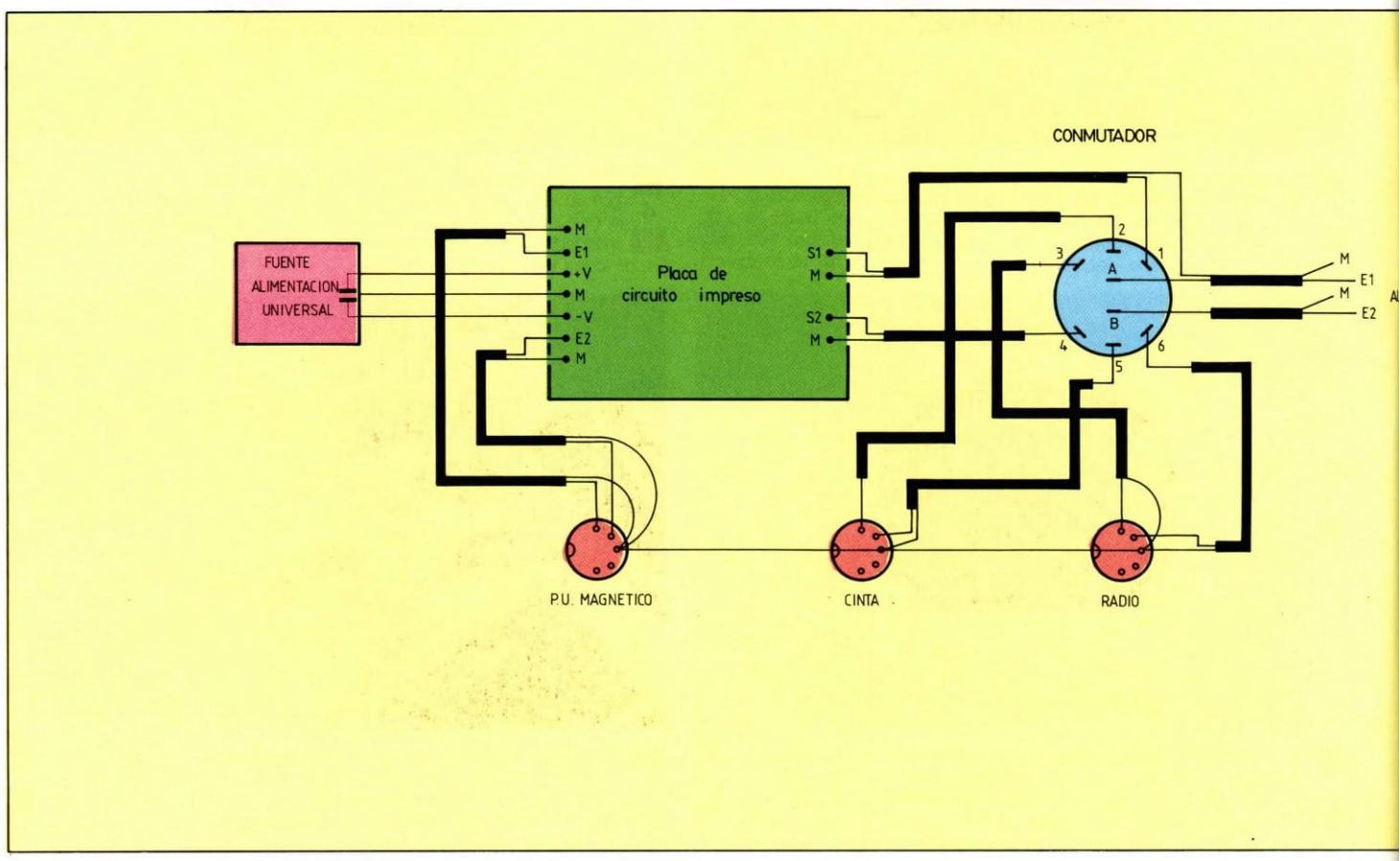
Como fuente de alimentación se utiliza la fuente de alimentación universal descrita en páginas anteriores, en este caso se instalará un condensador de poliéster de 100 μF entre los bornes señalados + y −, pero se pueden utilizar otras con la condición de que sean simétricas y las tensiones estén comprendidas entre ± 5 y ± 15 V.

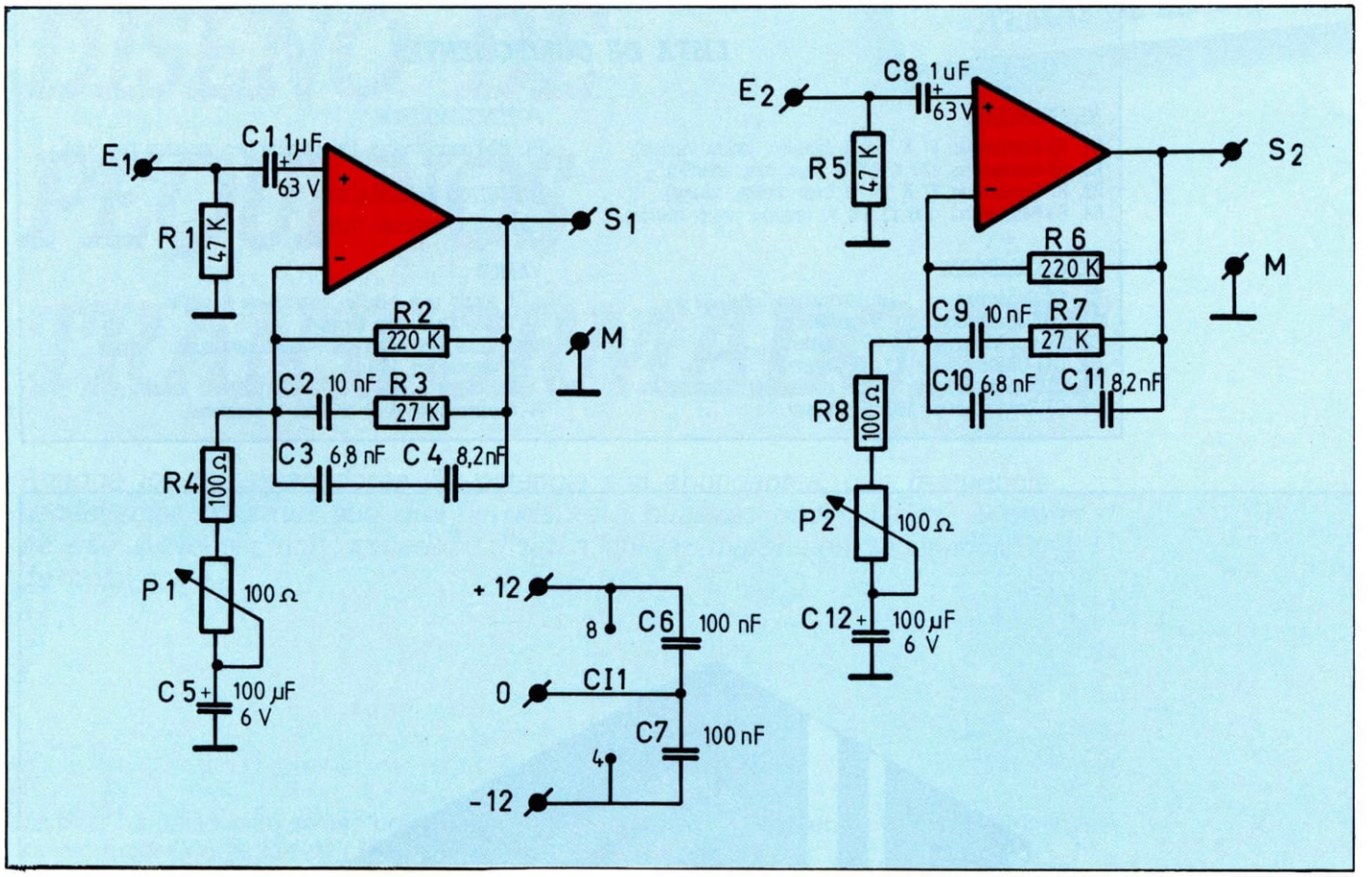
Los conectores son tipo DIN; se pueden utilizar otros tipos *cinch* o *jach*. La elección se ha realizado en función del montaje final, amplificador estéreo.

Características

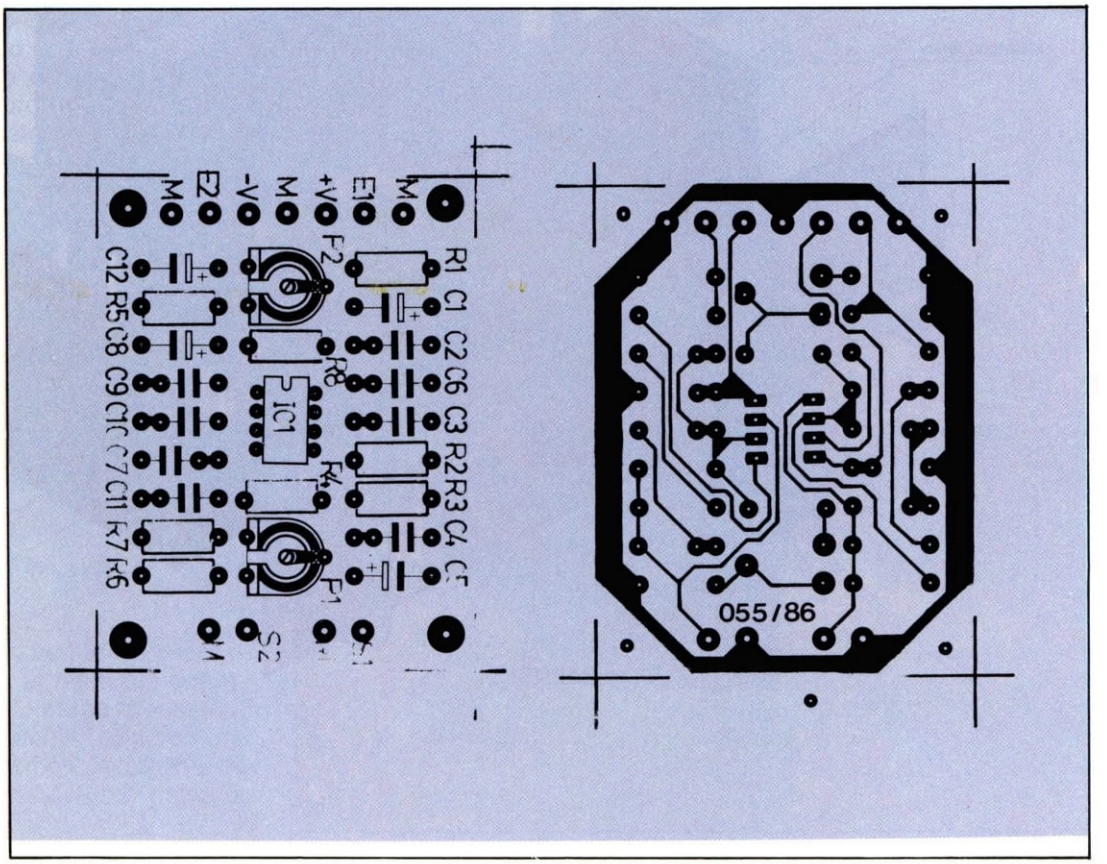
— Alimentación simétrica: ± 12 V.
— Consumo: 2,8 mA.
— Impedancia entrada-variable función de R1.
— Tensión entrada PU magnético: −3,5 a 8 mV.

Diagrama de cableado.





ROL TONOS



Serigrafía de componentes del previo universal y placa de circuito impreso escala 1:1.

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1, R5-Resistencias 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R2, R6-Resistencias 220 K 1/4 W (rojo, rojo, amarillo).
R3, R7-Resistencias 27 K 1/4 W (rojo, violeta, naranja).
R4, R8-Resistencias 100 Ω 1/4 W (marrón, negro, marrón).

CONDENSADORES

C1, C8-Condensadores 1 μF electrolítico radial, 63 V.
C2, C9-Condensadores 10 nF poliéster.
C3, C9-Condensadores 6,8 nF poliéster.
C4, C11-Condensadores 8,2 nF poliéster.
C5, C12-Condensadores 100 μF electrolítico radial, 16 V.
C6, C7-Condensadores 100 nF poliéster.

POTENCIOMETROS

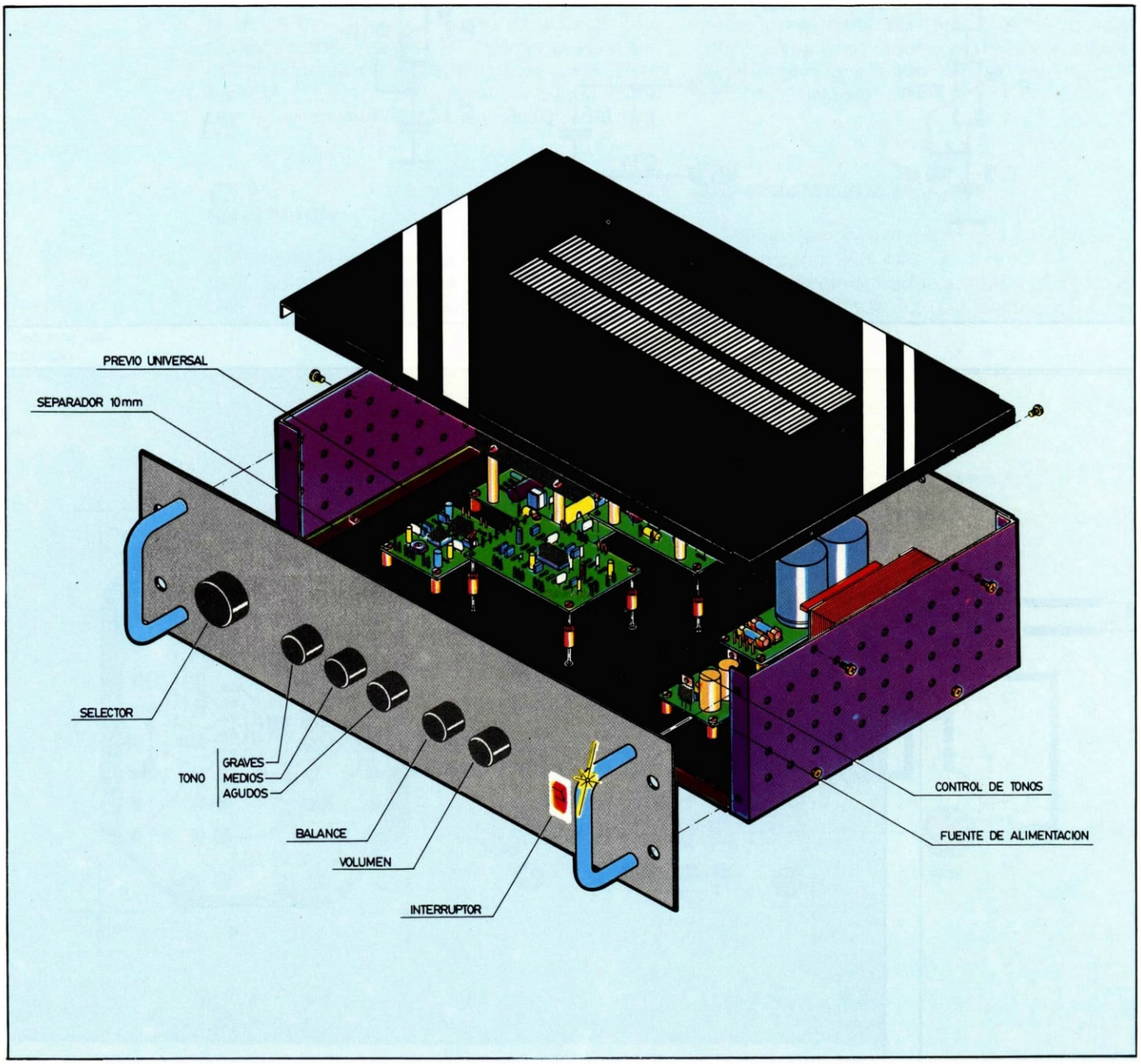
P1, P2-Potenciómetros 100 Ω ajustables miniatura horizontal.

CIRCUITOS INTEGRADOS

IC1-Circuito integrado TL082.

VARIOS

— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 11 terminales tipo espadín.
— 3 bases DIN hembra 5 entradas para audio.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 conmutador de 2 circuitos 3 posiciones.



Montaje de la placa en su caja.

DISEÑO DE PEQUEÑOS TRANSFORMADORES

Aunque los transformadores de potencia son abundantes, con frecuencia necesitamos construir uno que se adapte a nuestras necesidades. A pesar de ello suele ser muy tentador volver a utilizar materiales ya conocidos y de bajo coste.

El arrollamiento de las bobinas de un transformador no es tan difícil como muchos creen, ya que se puede realizar con un simple carrete y mucha paciencia. Habrá que contar el número de vueltas, mecánica o electrónicamente, para no cometer errores, pero cualquier aficionado es perfectamente capaz de resolver este problema.

Vamos a describir un método para el cálculo de pequeños transformadores de potencia que proporciona muy buenos resultados. Además, vamos a prestar especial atención a ciertas facetas que no son muy conocidas.

Diseño

En general, para el diseño de pequeños transformadores se parte del producto VA (Voltios × Amperios). Este determina aproximadamente la sección del núcleo a partir de la fórmula:

$$A\ (cm^2) = C\ \sqrt{VA\ (W)} \qquad [1]$$

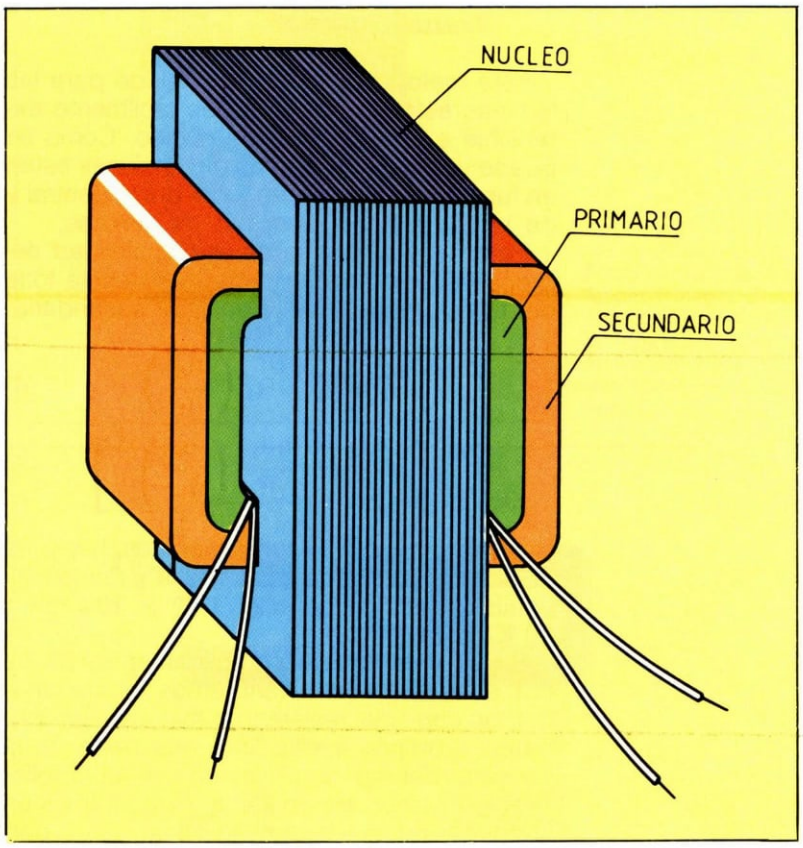
siendo C = 1,0 – 1,25

La constante C tiene que ver con la proporción del peso del hierro y el peso del cobre, variando desde 1,2 para carga constante hasta 1 para carga intermitente. Una vez conocida esta sección, podemos determinar el número de espiras del arrollamiento primario n_1, según la fórmula:

$$E_1 = \sqrt{2}pfAn_1B = an_1 \qquad [2]$$

donde f es la frecuencia y B la máxima inducción del núcleo.

El valor generalmente aceptado para B es



Conjunto de partes que componen un transformador: carrete bobinado y núcleo dividido en dos partes (E-1).

de 1 a 1,2 Tesla. Para hierro desconocido o de baja calidad, es más seguro tomar 0,8 Tesla para prevenir pérdidas excesivas. La ecuación [1] sugiere que A es únicamente dependiente del producto VA, pero es difícil de aceptar, ya que en ese caso no sería posible utilizar materiales de alta inducción.

El siguiente paso es calcular el número de vueltas de la bobina del secundario n_2

$$n_2 = E_2/a \qquad [3]$$

Ya que la corriente del primario y secundario causa una caída de tensión interna, es normal incrementar n_2 en un cierto porcentaje, dependiendo de las dimensiones del núcleo, o del producto VA. El siguiente paso es elegir la densidad de corriente J que las bobinas puedan tolerar. Generalmente, para pequeños transformadores, J oscila entre 2,5 y 4 A/mm^2; disminuyendo a medida que VA aumenta.

Una vez elegido el valor de J podemos calcular las medidas del bobinado d_1 y d_2 (diámetros). El paso final es hacer una estimación del área total de los arrollamientos con su aislamiento. Si esta sección es más grande que espacio disponible, será necesario un núcleo mayor.

Fórmulas para el diseño del transformador

Este método ha sido desarrollado para las láminas estándar E-I, pero es fácilmente extensible a otras formas de núcleo. Como se puede ver en el dibujo, las dimensiones están en función de la anchura k del brazo central y de la altura h del conjunto de láminas.

Para tener una idea de la complejidad del proceso vamos a calcular la resistencia total del transformador R'_2, referida al secundario.

$$R'_2 = R_2 + R_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \qquad [4]$$

$$= \frac{4l}{p} \left[\frac{n_2 l_2}{d_2^2} + \frac{n_1 l_1}{d_1^2} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \right] \qquad [5]$$

donde n_1, n_2, d_1, d_2 son conocidos, l_1 y l_2 es la longitud media de cada vuelta y r la resistividad específica del hilo ($1{,}72 \times 10^{-8}$ pm a 20 °C para el cobre).

Si la ventana está completamente tapada por el arrollamiento, tendremos un transformador con una resistencia mínima. Sin embargo, siempre queda libre una parte de la ventana debido al aislamiento y al arrollamiento anterior. No obstante, introducimos un factor de relleno V para justificar estas pérdidas.

V = sección total de hilo/área de la ventana

$$V = \left(n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2\right) / \quad \frac{3}{4} k^2 \qquad [6]$$

Está claro que el hilo se comporta como si tuviera una sección cuadrada, ya que es difícil obtener la configuración óptima. De la fórmula [5] llegamos

$$R'_2 = \frac{4p}{P} n_2^2 \left(\frac{l_1}{S_1} + \frac{l_2}{S_2} \right) \qquad [7]$$

donde $S_1 = n_1 d_1^2$ y $S_2 = n_2 d_2^2$. Debido a la fórmula [6] podemos decir que $S_1 + S_2 = S$, constante para un área de ventana dada.

Si partimos de que la longitud media por vuelta de ambos arrollamientos es igual, llegamos a la conclusión de que $S_1 = S_2$. Esta condición también nos lleva a que la densidad de corriente también es igual.

$$= \frac{16p}{p} \frac{l_2}{2} n_2 = \frac{64p}{p} \frac{l_2}{K_2 V} n_2^2 \qquad [8]$$

Según el dibujo, la longitud media por vuelta es $l_2 = 2(h + 2k)$. Frecuentemente, los transformadores están bobinados con cobre, con lo que [83] pasa a ser:

$$R'_{2mín} = 2{,}34 \times 10^{-7} \frac{h + 2k}{k^2 V} n_2^2 \qquad [9]$$

$$\simeq K_1 n_2^2 \qquad [10]$$

La tensión de salida en vacío del secundario es $E_{20} = an_2$ y con carga

$$E_2 = an_2 - K_1 n_2^2 l_2 \qquad [11]$$

El factor **a** para el laminado E-I es

$$\mathbf{a} = \sqrt{2}\ p\ Bfkh \qquad [12]$$

Para una corriente secundaria dada l_2, la tensión de salida es una función cuadrática de n_2 con un máximo de $n_{2m} = a/2kl_2$, y este valor máximo tiene un valor de $a^2/4kl_2$ voltios. Esta es la máxima tensión de salida que se puede obtener con una corriente l_2 y un núcleo dado.

Se observa, sin embargo, que la eficiencia es muy baja, el 50 por 100.

$$h = E_2 l_2 / E_{20} l_2 = 1 - n_2 K l_2 / a \qquad [13]$$

La ecuación [11] determina el número de vueltas que necesita el secundario para obtener la tensión E_2 con una carga l_2 mediante la intersección de una recta (E_2) con la parábola. La solución gráfica está en el dibujo. De las dos posibles soluciones para n_2, la menor coincide con la mayor eficiencia, y por consiguiente:

$$n_2 = \frac{2E_2}{a + \sqrt{a^2 - 4K_1E_2I_2}} \qquad [14]$$

La potencia final de salida máxima es

$$P_M = \frac{p^3}{256}\,\frac{B^2}{r}\,f^2V\,\frac{k^4h^2}{h + 2k} \qquad [15]$$

Este número es absoluto y no tiene en cuenta el calentamiento. En la práctica V oscila entre 0,45 y 0,6. El menor valor se mantiene para transformadores pequeños (por ejemplo, k = 3 cm.).

Partiendo de una V supuesta, nos es posible determinar valores aproximados para n_1, n_2, d_1 y d_2.

La resistencia mínima R'_2 se deriva del hecho de que el área de ventana disponible tiene que ser rellenada completamente, por tanto, $n_2d_2^2 = S_2V$, $n_1d_1^2 = S_2V$ y $h_1 = h_2 = k/4$, de lo que sale

$$d_2 = k \sqrt{}$$

$$d_1 = d_2\sqrt{n_2/n_1} \qquad [16]$$

Como ya hemos dicho, la densidad de corriente de los hilos es igual para ambos arrollamientos y, por lo tanto, tiene el valor

$$J = \frac{4I_2}{d_2^2} \qquad [17]$$

Ejemplo práctico

Supongamos $E_1 = 220$ V, $E_2 = 79$ V, $I_2 = 3$ A, B = 1,1 T y f = 50 Hz. Elegimos h = 3 cm, k = 3,5 cm y el factor de relleno V = 0,5.

En primer lugar calculamos con la fórmula (12) el valor de a, teniendo en cuenta las dimensiones en m para todos los cálculos. a = 0,257.

De la fórmula (2): $n_1 = 856$ vueltas.

De las fórmulas (9) y (10): $K_1 = 2{,}83 \times 10^{-5}$.

De la fórmula (14): $n_2 = 368$ vueltas.

De la fórmula (10): $R'_2 \simeq 5{,}17\ \Omega$.

$$E_{20} = an_2 = 94{,}5 \text{ V}$$

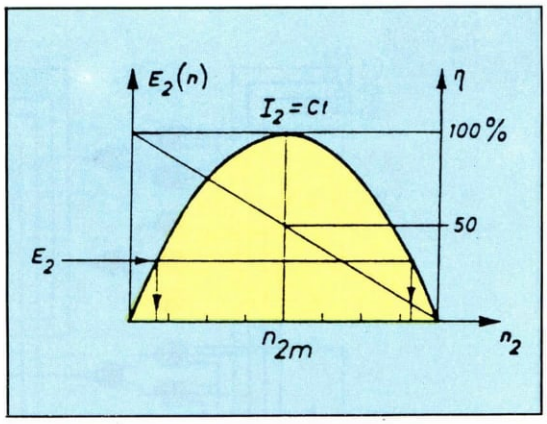
De la fórmula (16): $d_1 = 0{,}79$ mm y $d_2 = 0{,}52$ mm.

De la fórmula (17): $J = 5{,}2$ A/mm².

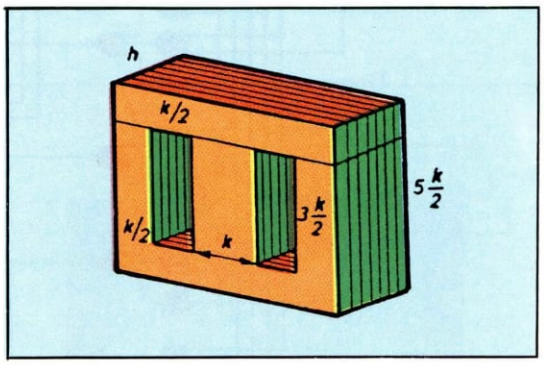
En este ejemplo, la densidad de corriente es demasiado alta para un funcionamiento continuo, por tanto necesitamos un núcleo más grande.

VA	0	50	100	200	500
J	4	3,5	3	2,5	

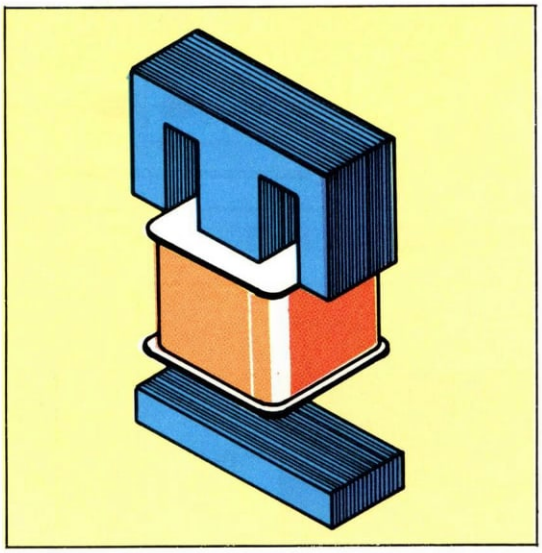
Densidad de corriente en función del producto VA.



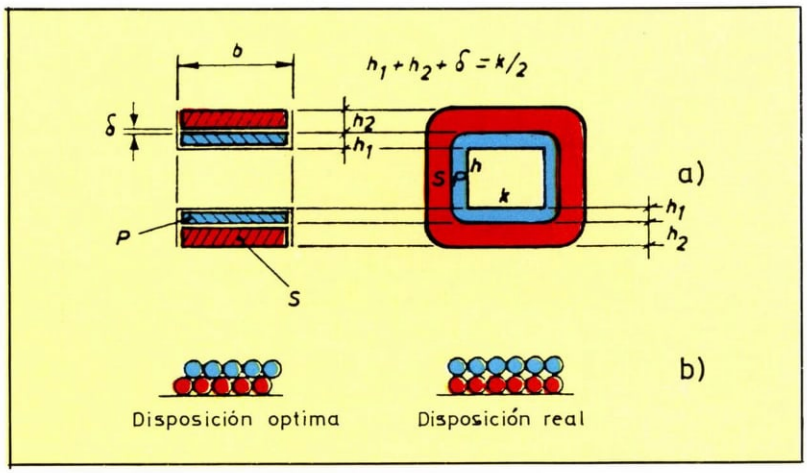
Variación de la tensión del secundario en función del número de espiras del mismo, en un transformador, partiendo de una intensidad.



Típico conjunto de láminas E-I, con la relación normalizada de sus medidas.

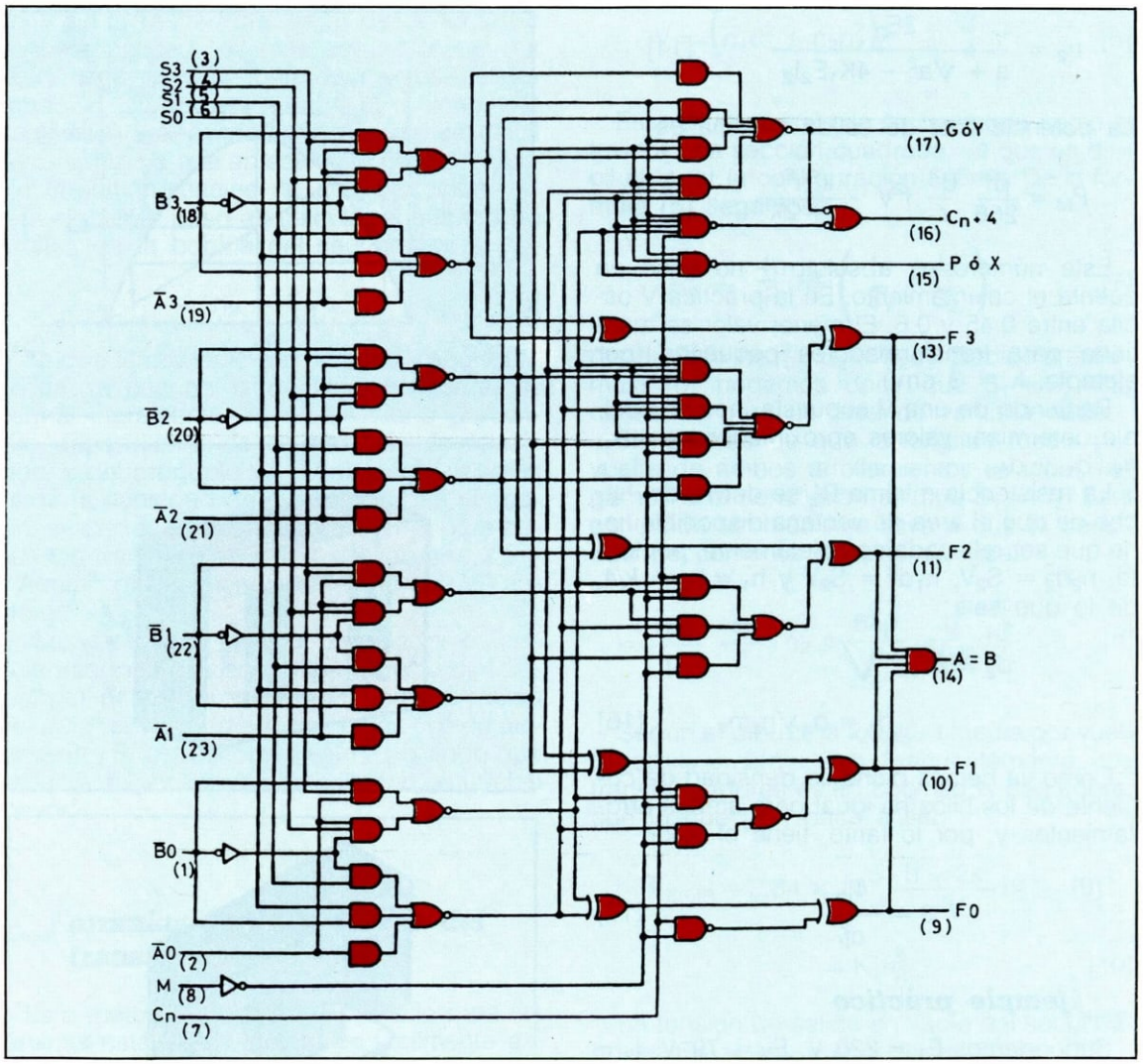


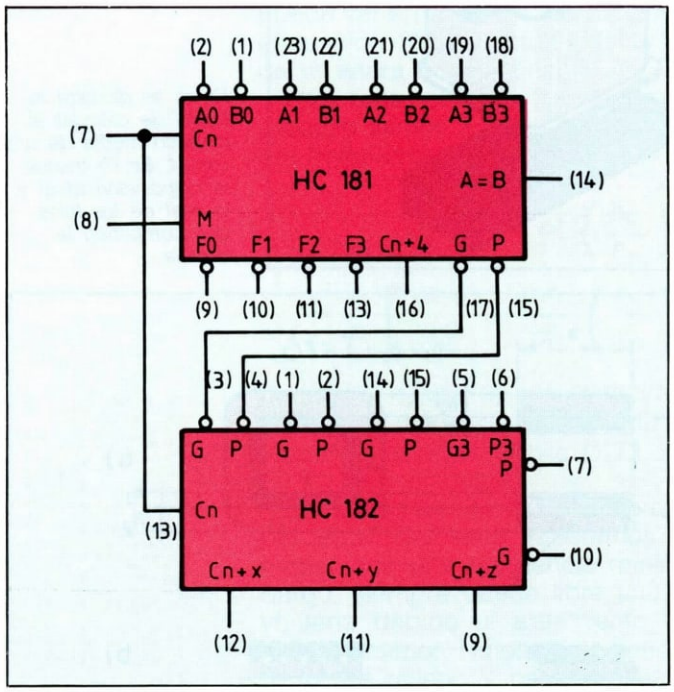
Construcción estándar de un transformador.



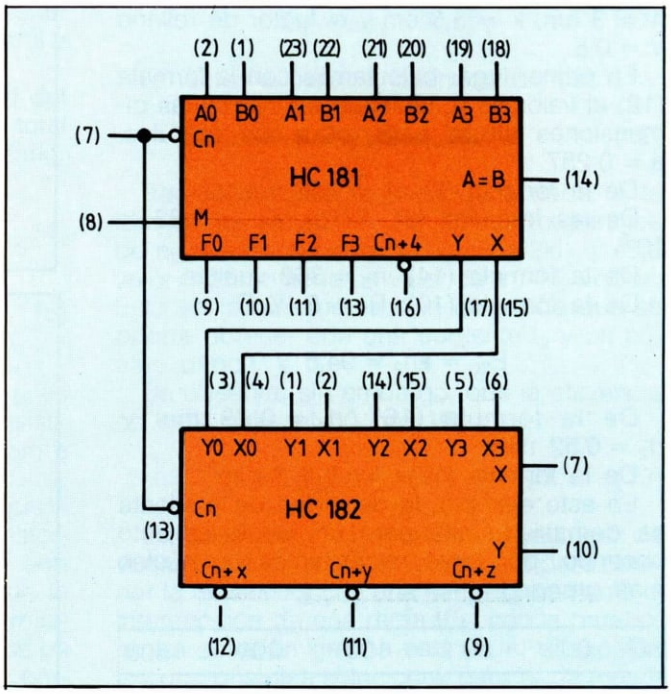
En a) se muestra la forma de calcular la longitud media de una espira. En b) vemos la disposición ideal y la real de los hilos que componen la bobina.

Circuito equivalente del integrado HC181.





Aplicación en conexión en cascada con el HC182 con lógica de nivel alto para los datos.



Aplicación en conexión en cascada con el HC182 con lógica de los datos de nivel bajo.

74HC181

Este integrado es una unidad aritmética lógica, hecha en tecnología microCMOS. Tiene una gran inmunidad al ruido y un consumo muy pequeño, ambas características del orden de los circuitos CMOS estándar y con una capacidad de carga de 10 LS-TTL.

Este integrado tiene unas 75 puertas equivalentes integradas. Permite ejecutar 16 operaciones binarias aritméticas y lógicas con dos palabras de 4 bits. Estas operaciones son seleccionadas por cuatro líneas (S0, S1, S2 y S3), incluyendo suma, resta, decremento y desplazamientos. Para las operaciones aritméticas hay que aplicar un nivel bajo en la entrada de control (M).

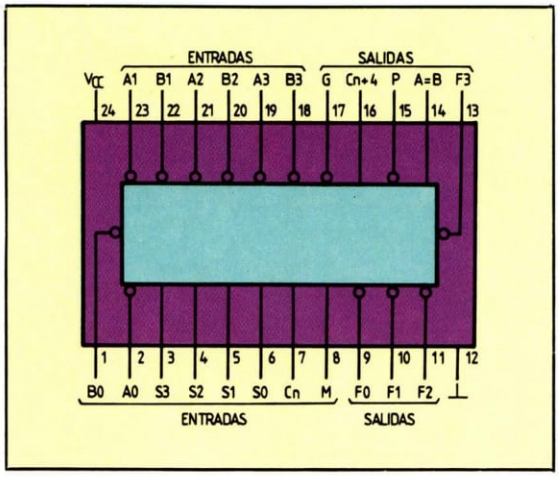
Cuando se usa junto con el 74HC182 se pueden ejecutar operaciones aritméticas a alta velocidad, por la posibilidad de arrastre.

Este circuito puede adaptarse a niveles activos altos o bajos, según la interpretación de las patillas. También puede usarse como un comparador de 4 bits, ya que cuando son iguales se pone en alto la salida de igualdad (A = B).

Para las operaciones lógicas con dos variables, la entrada de control (M) debe ponerse a nivel alto. Incluye las funciones NAND, AND, NOR y OR.

Características

- Alto rango de alimentación (V_{cc}): 2 a 6 V.
- Baja corriente de entrada: 1 μA máximo.
- Bajo consumo: 80 μA máximo.
- Tensión de las entradas: 0 a V_{cc}.
- Corriente de salida por patilla (I_{OUT}). ± 25 mA.
- Tiempos de respuesta:
  - V_{cc} = 2 V — 1.000 ns
  - V_{cc} = 4,5 V — 500 ns
  - V_{cc} = 6 V — 400 ns
- Temperatura de operación:
  - 74 HC — − 40 a + 85 °C
  - 54HC — − 55 a + 125 °C
- Temperatura de almacenamiento: − 65 a +150 °C.
- Disipación de potencia: 500 mW.
- Temperatura para soldar (10 s): 260 °C.



Distribución de patillas del circuito integrado HC181.

DESIGNACION DE PATILLAS

Designación	Patillas	Función
A3, A2, A1, A0	19, 21, 23, 2	Entrada palabra A
B3, B2, B1, B0	18, 20, 22, 1	Entrada palabra B
S3, S2, S1, S0	3, 4, 5, 6	Entradas de selección de función
C_n	7	Entrada arrastre
M	8	Entrada de control del modo
F3, F2, F1, F0	13, 11, 10, 9	Función de salida
A = B	14	Comparación
P	15	Salida de propagación de arrastre
$C_n + 4$	16	Salida arrastre
G	17	Salida de arrastre generada
V_{cc}	24	Alimentación
/	12	Tierra o masa

Entrada C_n	Salida $C_n + 4$	Dato activo alto	Dato activo bajo
1	1	$A \leq B$	$A \geq B$
1	0	$A > B$	$A < B$
0	1	$A < B$	$A > B$
0	0	$A \geq B$	$A \leq B$

Relación entre la entrada C_n, la salida C_{n+4} y las dos palabras de datos de entrada.

Fabricantes

El más popular es National Semiconductor, con las denominaciones MM74HC181 para la serie comercial, y MM54HC181 para la militar.

Aplicaciones

Este integrado se utiliza para realizar tanto operaciones aritméticas como lógicas, consiguiéndose, como se muestra en el dibujo, unas altas prestaciones en combinación con el HC182.

Tabla de selección para las distintas funciones aritméticas y lógicas, con arrastre y sin arrastre, para lógica positiva, es decir, datos activos a nivel alto.

Sección				M = 1 Funciones lógicas	Datos activos en alto; M = 0; operaciones aritméticas	
S3	S2	S1	S0		$C_n = 1$ (no arrastre)	$C_n = 0$ (con arrastre)
0	0	0	0	$F = \bar{A}$	$F = A$	$F = A + 1$
0	0	0	1	$F = A + B$	$F = A + B$	$F = A + B + 1$
0	0	1	0	$F = \bar{A}B$	$F = A + \bar{B}$	$F = A + \bar{B} - 1$
0	0	1	1	$F = 0$	$F = -1$	$F = 0$
0	1	0	0	$F = \bar{A}\bar{B}$	$F = A + A\bar{B}$	$F = A + A\bar{B} + 1$
0	1	0	1	$F = \bar{B}$	$F = A + B + A\bar{B}$	$F = A + B + A\bar{B} + 1$
0	1	1	0	$F = A \quad B$	$F = A - B - 1$	$F = A - B$
0	1	1	1	$F = A\bar{B}$	$F = A\bar{B} - 1$	$F = A\bar{B}$
1	0	0	0	$F = \bar{A} + B$	$F = A + AB$	$F = A + AB + 1$
1	0	0	1	$F = A \quad B$	$F = A + B$	$F = A + B + 1$
1	0	1	0	$F = B$	$F = A + \bar{B} + AB$	$F = A + \bar{B} + AB + 1$
1	0	1	1	$F = AB$	$F = AB - 1$	$F = AB$
1	1	0	0	$F = 1$	$F = A + A$	$F = A + A + 1$
1	1	0	1	$F = A + \bar{B}$	$F = A + B + A$	$F = A + B + A + 1$
1	1	1	0	$F = A + B$	$F = A + \bar{B} + A$	$F = A + \bar{B} + A + 1$
1	1	1	1	$F = A$	$F = A - 1$	$F = A$

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Símbolo	Parámetro	Condiciones	V_{cc}	$T_A = 25$ °C Típ.	74HC $T_A = -40$ a $+85$° C Límites garantizados	54HC $T_A = -55$ a $+125$ °C Límites garantizados	Unidad
V_{IH}	Mínimo nivel alto de entrada		2,0 V		1,5		V
			4,5 V		3,15		V
			6,0 V		4,2		V
V_{IL}	Máximo nivel bajo de entrada		2,0 V		0,3		V
			4,5 V		0,9		V
			6,0 V		1,2		V
V_{OH}	Mínimo nivel alto de salida (cualquier salida excepto A=B)	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $I_{OUT} \leq 20\ \mu A$	2,0 V	2,0	1,9		V
			4,5 V	4,5	4,4		V
			6,0 V	6,0	5,9		V
		$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $I_{OUT} \leq 4,0$ mA	4,5 V	4,2	3,98	3,84	3,7	V
		$I_{OUT} \leq 5.2$ mA	6,0 V	5,7	5,48	5,34	5,2	V
I_{LKG}	Máxima corriente de salida A = B	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $V_{OUT} = V_{cc}$	6,0 V		0,5	5,0	10	μA
V_{OL}	Máximo nivel bajo de salida	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $I_{OUT} \leq 20\ \mu A$		0		0,1		V
				0		0,1		V
				0		0,1		V
		$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $I_{OUT} \leq 5,2$ mA		0,2	0,26	0,33	0,4	V
I_{IN}	Máxima corriente de entrada	$V_{IN} = V_{cc}$ o GND	6,0 V		± 0,1	± 1,0	± 1,0	μA
I_{cc}	Corriente de alimentación	$V_{IN} = V_{cc}$ o GND $I_{OUY} = 0\ \mu A$	6,0 V		8,0	80	160	μA

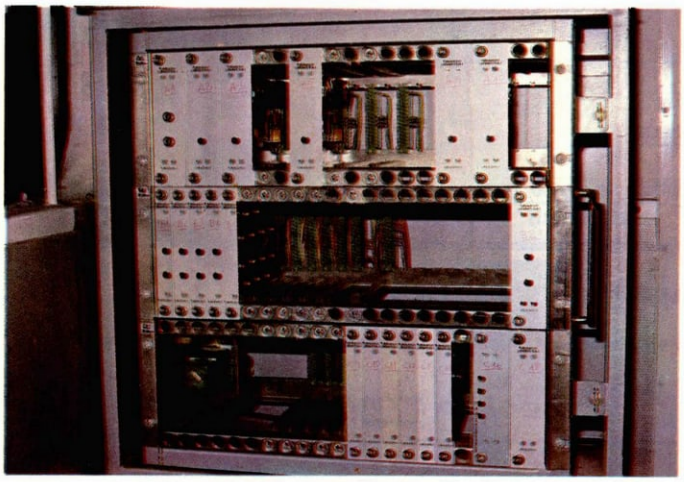
SISTEMA ASFA. EQUIPO DEL VEHICULO

En páginas anteriores se analizó, con todo lujo de detalles, el equipo de vía *correspondiente al sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático), el cual, como recordará el lector, consiste en un emisor de señales, generadas en un circuito oscilante, cuyas frecuencias dependen de las indicaciones de las señales y de la clase de baliza que las emita. Para concluir tan apasionante tema, en este capítulo centraremos nuestra atención en el estudio del* equipo del vehículo, *cuyos dispositivos son imprescindibles para conseguir que las informaciones enviadas por las balizas puedan llegar al maquinista y ser ejecutivas, en caso necesario.*

Se denomina *equipo del vehículo* al conjunto de dispositivos instalados en las locomotoras y vehículos automotores de RENFE, que, debidamente interconectados entre sí, son capaces de *captar* los «mensajes» que provienen de las balizas, procediendo seguidamente a memorizarlos, decodificarlos, analizarlos, anunciarlos en la cabina de conducción, registrarlos y, en su caso (cuando el maquinista no respete las «restricciones» impuestas por el sistema), provocando un *frenado de emergencia* de forma automática.

No es posible hablar de un *equipo* en general, ya que su composición depende del tipo de vehículo en el que vaya ubicado. No obstante, y en general, está constituido por los siguientes elementos:

- *Captador:* se trata de un dispositivo cuya misión, como su propio nombre indica, es la de recoger la información correspondiente a la indicación de la señal, que le llega procedente de la baliza. Está constituido por las *bobinas captadoras* y el *amplificador aperiódico* y se instala *uno* por cada cabina de conducción.



A la izquierda, aspecto del armario de control del equipo del vehículo, en el que puede verse la colocación de las tarjetas de los circuitos impresos.
A la derecha, detalle frontal del panel de cabina del sistema ASFA.

• *Armario de control:* es el órgano principal del equipo y su función es analizar las informaciones entregadas por el captador. Está formado por tres módulos en los que se encuentran alojados los circuitos impresos y componentes de los subconjuntos funcionales que componen el equipo.

En el *módulo superior* están situados los circuitos del *amplificador adaptador* y de los *receptores de información.* En el *módulo central* se encuentran los circuitos de *decodificación* y *control,* y en el *módulo inferior* están alojados los circuitos de *conexión* y el *relé de freno.* Cada equipo está dotado de *un* armario de control.

• *Fuente de alimentación:* es el elemento encargado de obtener, a partir de la tensión de batería del vehículo, una tensión *estabilizada* para la alimentación de los circuitos del equipo, instalándose una por vehículo.

• *Panel de cabina:* es el dispositivo que permite «visualizar» las informaciones procedentes de las balizas, y consiste en una caja metálica en cuya cara frontal se encuentran todos los elementos necesarios. Se instala *uno* por cabina, de tal forma que sea accesible para el maquinista.

• *Pulsador de reconocimiento:* como su propio nombre indica, se trata del dispositivo sobre el que debe actuar el maquinista *antes* de los *tres segundos* siguientes a la recepción de una indicación restrictiva, a fin de «reconocerla», ya que, en el caso contrario, se produciría automáticamente el frenado de emergencia. Se instala *uno* por cabina, y siempre en el pupitre del maquinista, de forma que le sea accesible.

• *Avisador acústico:* emite «zumbidos» de duración variable, en función de la información tratada, y se coloca *uno* por cabina de conducción.

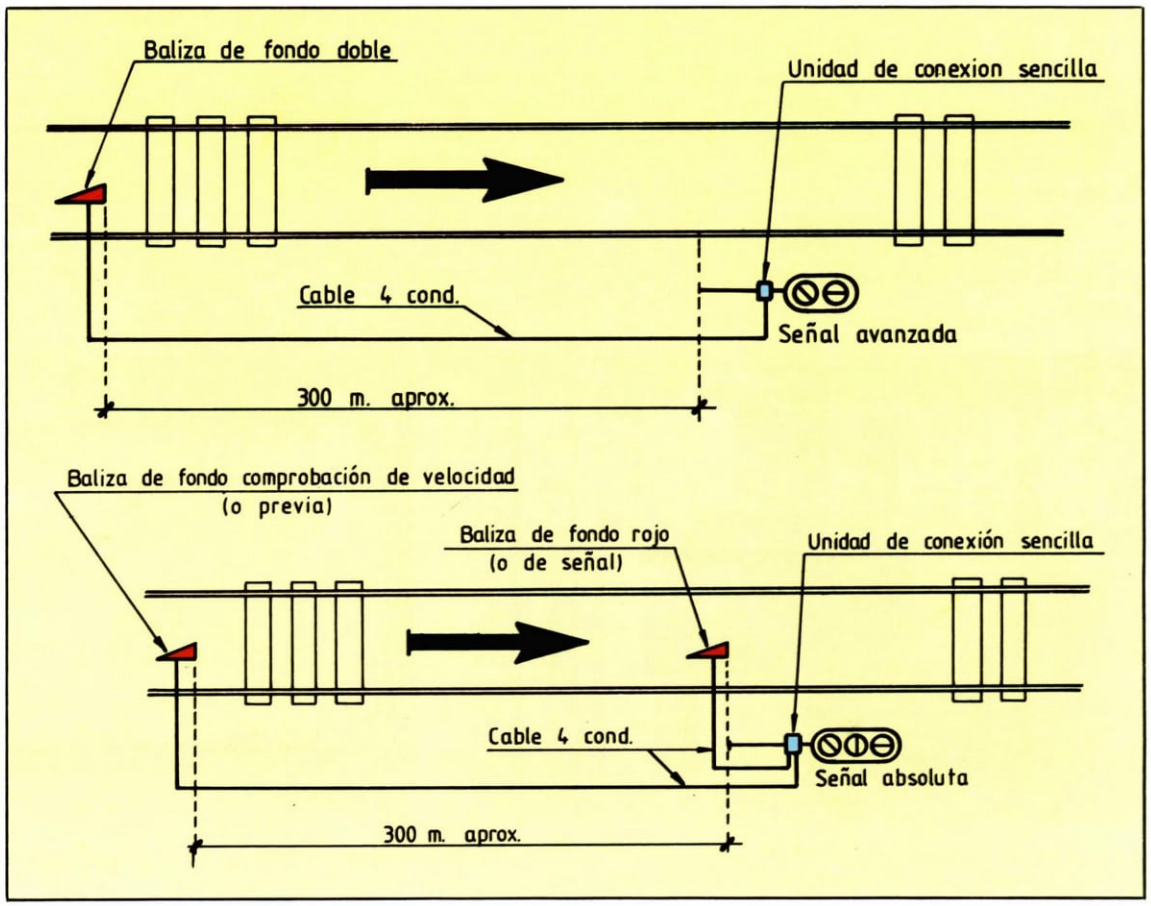
• *Pulsador de rearme de freno:* ubicado en el exterior del vehículo y en lugar accesible, es el encargado de *restablecer* las condiciones iniciales del equipo cuando, habiéndose producido un frenado de emergencia, se actúa sobre él.

• *Conexión con el equipo de freno:* su misión es *posibilitar* la aplicación del frenado de emergencia, dependiendo del sistema de freno con el que esté equipado el vehículo.

• *Conexión con el equipo tacógrafo-tacómetro:* su finalidad es conseguir que en la *cinta* del tacógrafo queden *registradas* todas las indicaciones inherentes al equipo del vehículo perteneciente al ASFA, tales como «rebase autorizado», «alarmas», «frenado de emergencia», etc.

Descripción técnica

Existen tres subconjuntos funcionales en el equipo del vehículo: el de *captación y memo-*



Balizas y señales asociadas.
a) *Disposición de una baliza de fondo doble respecto a la señal avanzada.*
b) *Colocación de las balizas de fondo, comprobación de velocidad y de fondo rojo en relación a la señal absoluta.*

rización, constituido por las *bobinas captadoras,* el *amplificador aperiódico,* el *amplificador adaptador* y los *receptores;* el de *decodificación,* y el de *conexión y actuación.*

• *Subconjunto de captación y memorización:* el captador instalado en el vehículo está constituido por dos bobinas sin núcleo, E_1 y E_2, cuyo acoplamiento tiene lugar por medio de un «circuito oscilante» (representado simbólicamente por E_3-C_3). La bobina E_1 está conectada a la entrada de un amplificador de «banda ancha» (amplificador aperiódico), mientras que E_2 lo está a su salida. El circuito está dispuesto de tal forma que el *acoplamiento* entre dichas bobinas actúe como «realimentación positiva» del amplificador. La influencia mutua entre E_1 y E_2 es *nula,* ya que los flujos generados son iguales y de sentido contrario.

La tercera bobina, E_3, al acoplarse con las anteriores, hace posible el funcionamiento del amplificador como *oscilador,* estando determinada su frecuencia por el conjunto E_1, E_2 y $E_3 - C_3$, y recibiendo la denominación de *frecuencia permanente* (FP). Este acoplamiento es relativamente *pequeño,* por lo que, en presencia del circuito resonante de la baliza, se produce un aumento del mismo, *modificándose* la frecuencia de oscilación del amplificador.

Cuando el vehículo se encuentra en puntos en los que *no hay* balizas (fase de espera), el amplificador aperiódico oscila con la frecuencia FP. La *detección* de estas oscilaciones por medio de un «receptor selectivo», oportunamente sintonizado, permite *controlar* la eficacia del captador.

En aquellos puntos en los que el captador y la baliza están *acoplados* (fase de repetición), el amplificador aperiódico *modifica* su frecuencia de oscilación, siendo detectada ahora por alguno de los «receptores de información», cada uno de los cuales se encuentra sintonizado a una de las frecuencias a que puede resonar el conjunto baliza-captador. El cambio de frecuencia FP → frecuencia de información → frecuencia FP puede tener una duración comprendida entre unos pocos milisegundos y 2 segundos, para velocidades del vehículo comprendidas entre 200 y 2 km/h.; esto obliga a que los receptores de información estén diseñados con dispositivos que permitan *memorizar* durante un cierto tiempo la información recibida.

Entre el amplificador aperiódico y los receptores de información existe un *amplificador adaptador de impedancias,* que hace de «interface» entre ellos.

• *Subconjunto de decodificación:* en él se obtienen, a partir de las señales procedentes de los receptores, las señales *decodificadas EF* (eficacia), *IR* (información restrictiva), *CV* (comprobación de velocidad) y *R* (parada), cada una de las cuales dispone de

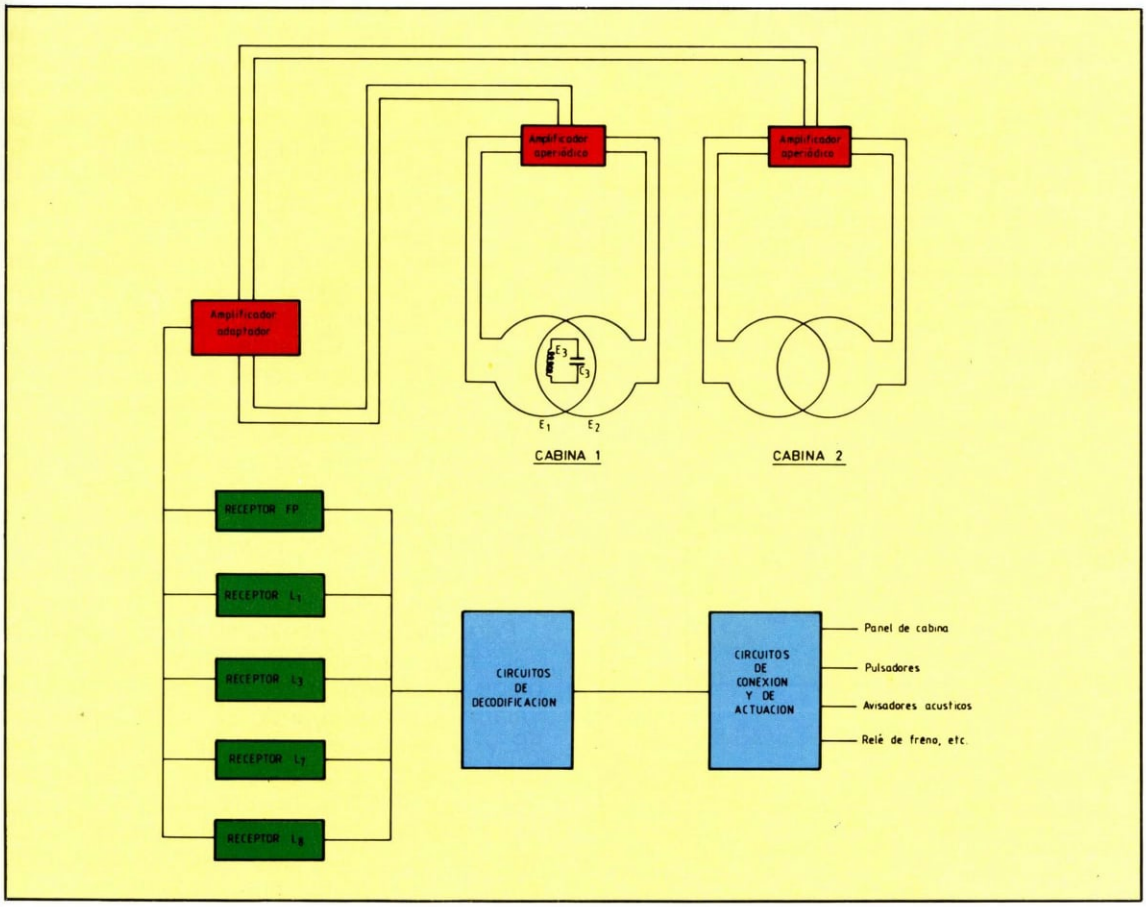


Diagrama correspondiente al conjunto de elementos constitutivos del equipo del vehículo en el sistema ASFA.

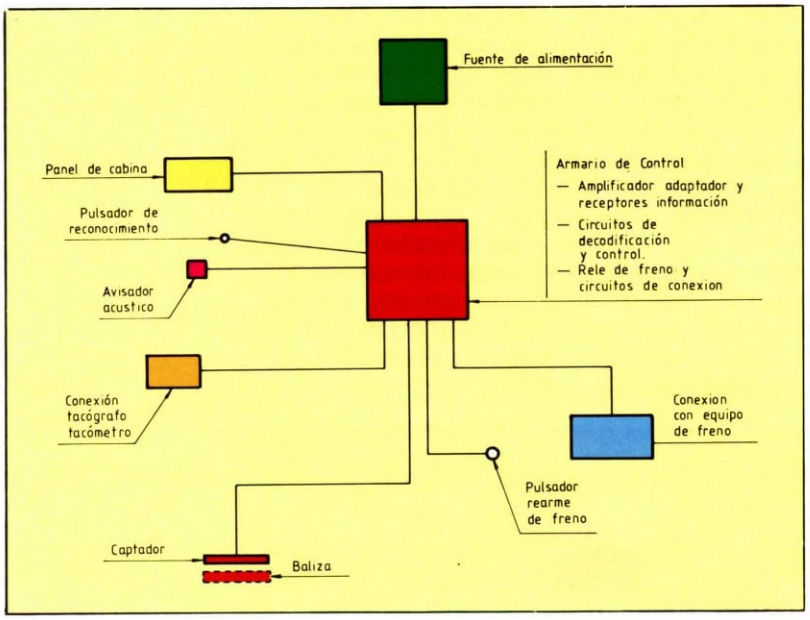
su correspondiente circuito decodificador.

• *Subconjunto de conexión y de actuación:* lo constituyen los circuitos que tienen por objeto proporcionar las informaciones oportunas al panel de cabina, pulsadores, avisadores, acústicos, relé de freno, etc.

Principio de funcionamiento

Como acabamos de ver, la transferencia de información en el sentido vía-máquina, se realiza por *acoplamiento inductivo* entre el captador y la baliza, siendo la frecuencia de control (o frecuencia FP) la que *garantiza* constantemente la eficacia del equipo.

Diagrama de bloques relativo al funcionamiento eléctrico y electrónico del equipo del vehículo en el sistema ASFA.



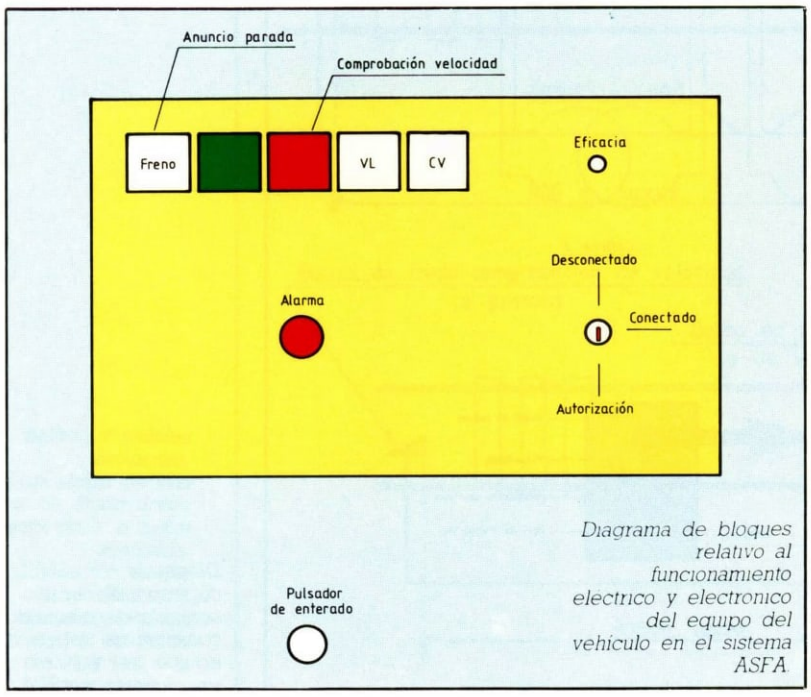


Diagrama de bloques relativo al funcionamiento electrico y electronico del equipo del vehiculo en el sistema ASFA.

Al pasar un vehículo por la baliza situada a 300 metros de la señal avanzada pueden ocurrir dos casos:

a) Si la indicación de la señal es «verde», la frecuencia generada en la bobina de captación será de 68.310 Hz (canal L_3), percibiéndose en la cabina del maquinista una señal acústica breve, que no le obliga a actuación alguna.

b) Si la indicación de la señal es «amarilla», la frecuencia en la bobina de captación será de 60.000 Hz (canal L_1), que indica *anuncio de parada.* En la cabina del maquinista se encenderá la señal blanca «freno» y se percibirá una señal acústica prolongada; el maquinista debe accionar el pulsador de *enterado* para evitar el frenado de emergencia.

Al llegar el vehículo a la baliza situada a 300 metros de la señal absoluta, caben tres posibilidades:

1.ª Si la indicación de la señal es «verde», todo acontece exactamente igual que en el caso *a)* analizado anteriormente.

2.ª En el caso de indicación «amarilla», también es aplicable en su totalidad todo lo indicado en el apartado *b)* correspondiente a la baliza de la señal avanzada.

3.ª Cuando la indicación de la señal sea «roja», la frecuencia en la bobina de captación será de 88.540 Hz (canal L_7). En la cabina del maquinista se encenderá la señal roja «comprobación de velocidad», percibiéndose una señal acústica prolongada, y si la velocidad del vehículo es superior a la de control, actuará el freno de emergencia.

Cuando el vehículo alcance la baliza situada en la proximidad de la señal absoluta, tanto en el caso de indicación «verde» como en el de indicación «amarilla», todo acontece de la misma forma que como acabamos de describir para los dos casos anteriores. Sin embargo, cuando la indicación de la señal sea «roja», la frecuencia en la bobina de captación será de 95.500 Hz (canal L_8), que significa *parada.* En la cabina del maquinista se encenderá la señal roja (comprobación de velocidad), se percibirá una señal acústica prolongada y *actuará* el freno de emergencia.

Para finalizar, indicaremos que la señal de «eficacia» se enciende siempre que se establece la frecuencia FP. Además, la señal de «alarma» actúa cuando el sistema *pierde* la FP y *no aparece* alguna de las frecuencias establecidas, y para el caso de tener que pasar por encima de una baliza *averiada* o tener que *rebasar* una señal que esté «cerrada» (en rojo), la llave del panel de cabina dispone de la posición «autorización».

TEMPORIZADOR FOTOGRAFICO

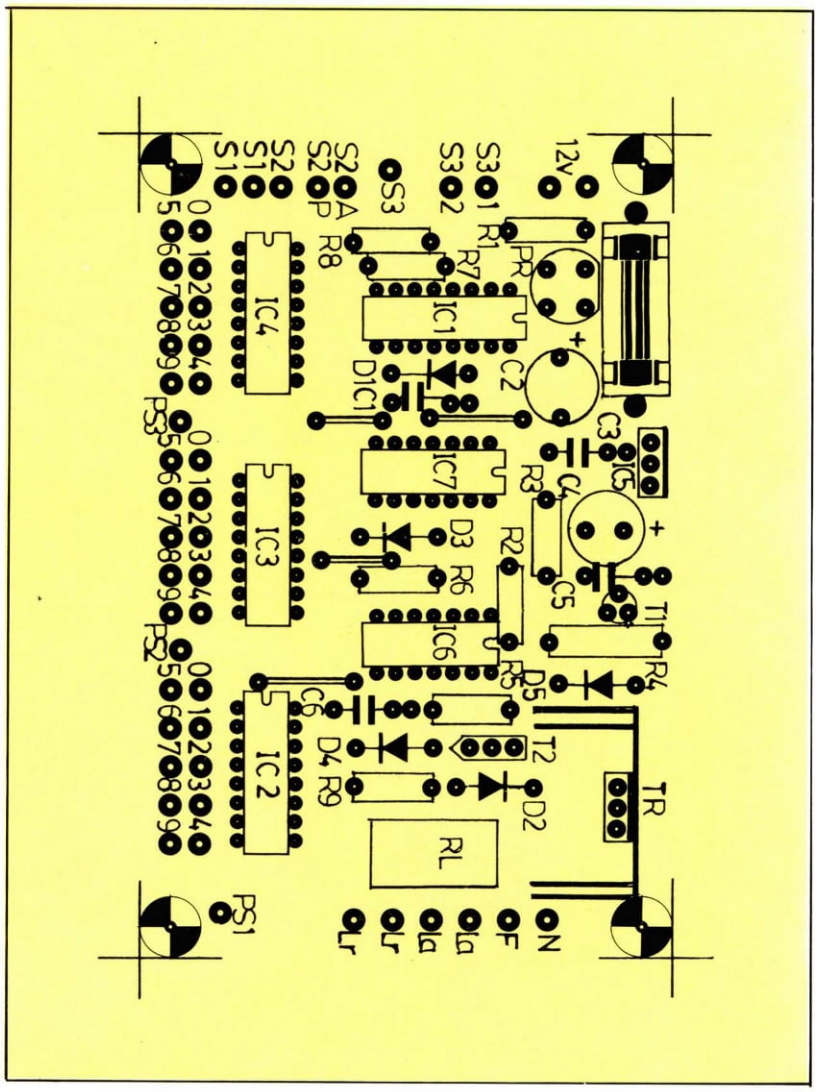
Los aficionados a la fotografía pueden disponer, con este montaje, de un equipo para controlar el proceso de revelado sin necesidad de la utilización de un reloj y con una precisión mucho mayor que la que proporciona cualquier método manual.

La finalidad de este equipo es poder controlar el tiempo de encendido de la lámpara de revelado. Mientras ésta esté apagada, el circuito se encarga de mantener encendida la bombilla roja de iluminación del cuarto obscuro, pero en el momento que comience el revelado, esta bombilla se apagará. De este modo, el encendido de la lámpara de revelado y el de la bombilla roja es complementario: mientras una está encendida la otra está apagada.

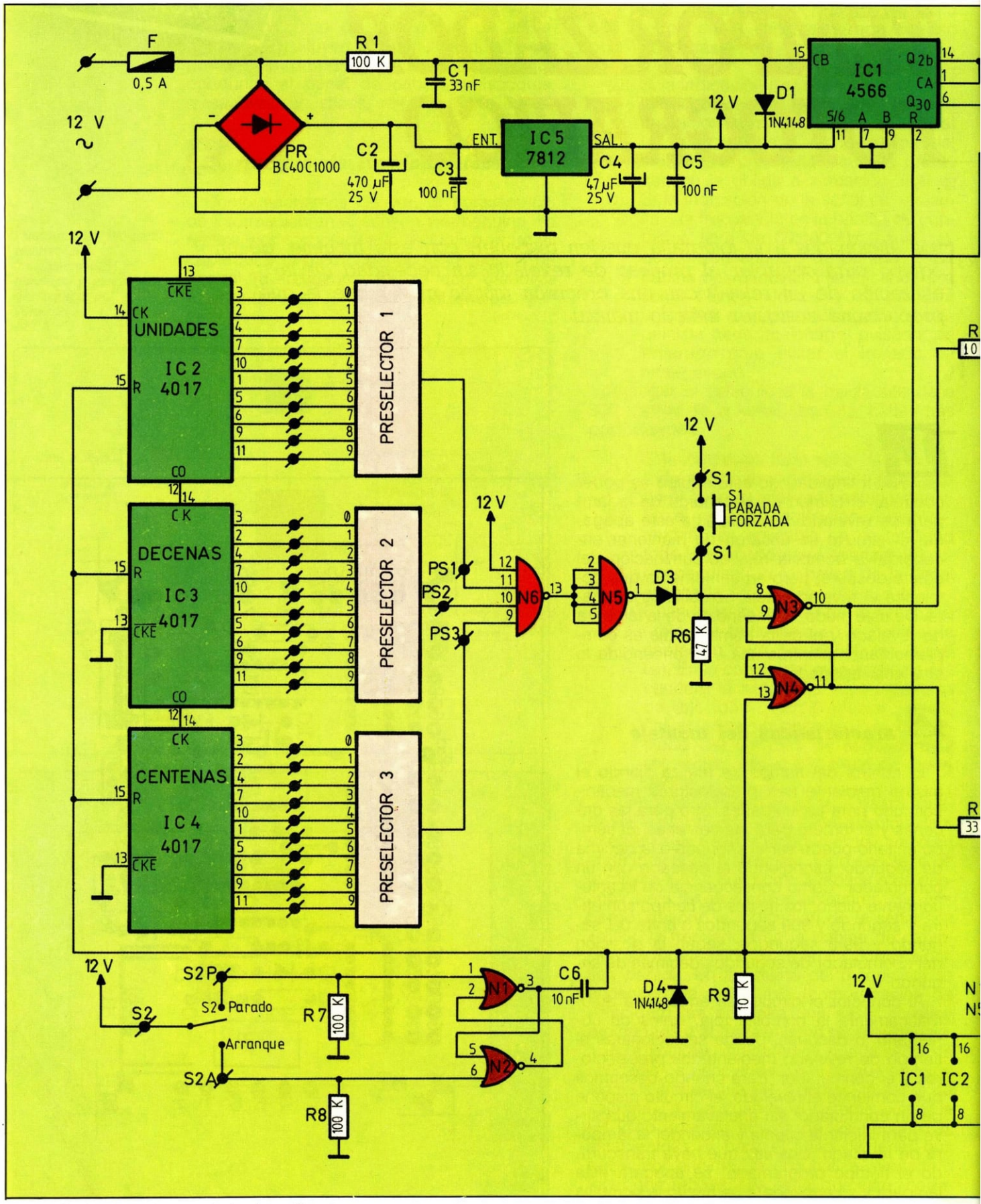
Características del montaje

El control del tiempo se realiza fijando el mismo mediante tres preselectores mecánicos, uno para las unidades, otro para las decenas y el tercero para las centenas. El tiempo unitario puede ser el segundo o la décima de segundo, escogiendo el deseado con un conmutador. Como consecuencia de lo anteriormente dicho, los límites de tiempo son entre 1 segundo y 999 segundos o entre 0,1 segundo y 99,9 segundos, según la posición del conmutador de segundos-décimas de segundo.

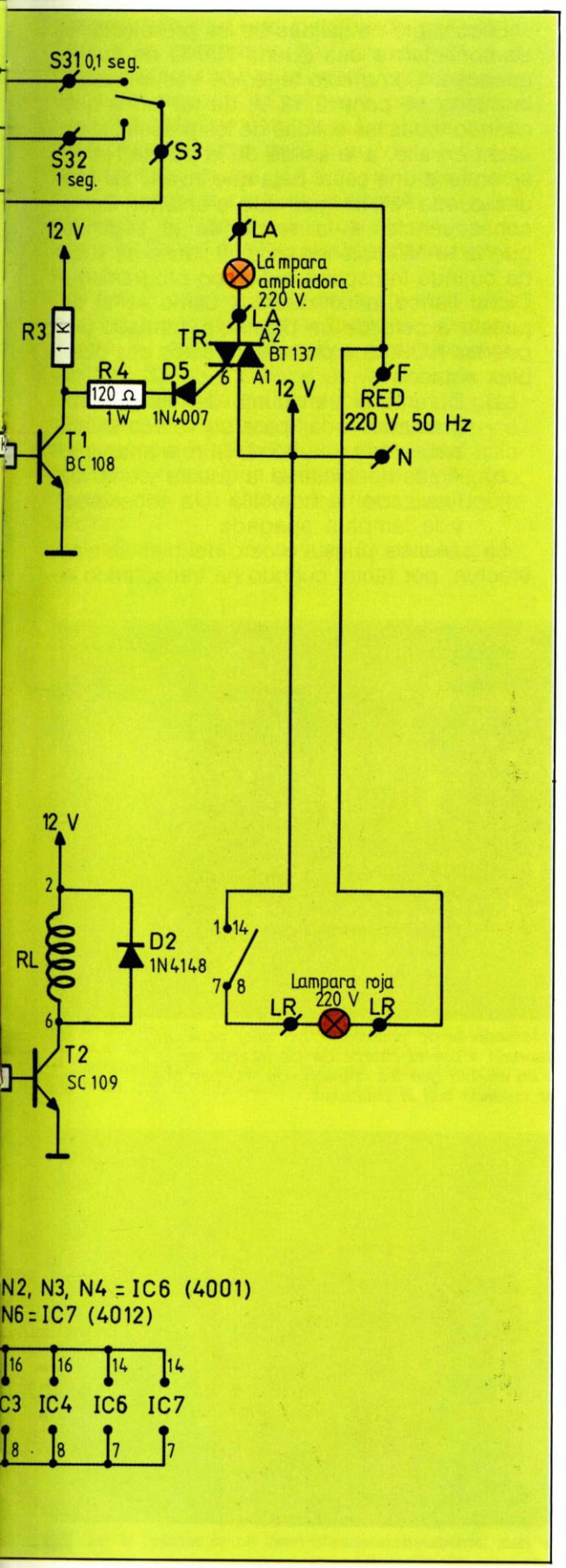
Al conectar el circuito se encenderá automáticamente la bombilla roja. Antes de conectarlo, o después, puede seleccionarse el tiempo de revelado mediante los preselectores y el conmutador. Para cuando deseamos que comience el revelado, el circuito dispone de un conmutador sin enclavamiento que sirve para iniciar la cuenta y encender la lámpara de revelado. Una vez que haya transcurrido el tiempo programado, se apagará esta lámpara y se encenderá de nuevo la bombilla roja. El tiempo de nivelado puede interrumpirse por medio del pulsador S1.



Serigrafía de componentes de la placa del equipo.



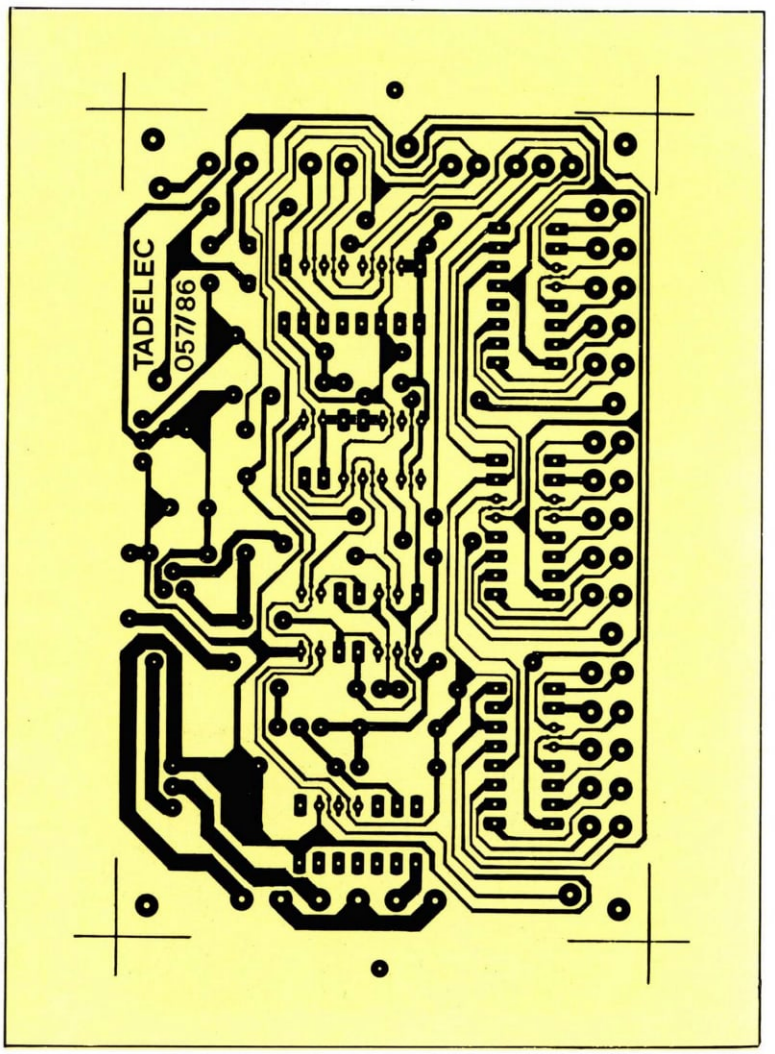
Esquema eléctrico del temporizador fotográfico para ampliadoras de revelado.



Funcionamiento del circuito

El tiempo unitario de referencia se obtiene a partir del integrado 4566. A dicho componente se le suministra una señal alterna que proviene del secundario del transformador utilizado para la alimentación del circuito. De la patilla 14 se obtiene una señal cuadrada de 0,1 segundos de período, y de la 6, otra con un período de 1 segundo. Este componente tiene una entrada de puesta a cero que está unida a la señal inicialización común al resto de los componentes. Por medio de un conmutador obtenemos una señal cuadrada de 0,1 ó 1 segundo de período.

Esta señal se utiliza como entrada al IC2 (4017), divisor/contador de décadas con diez salidas decodificadas. A su vez, este contador está conectado en cascada con otros dos idénticos (IC3 e IC4). Cada uno de estos contadores puede incrementarse con un flanco de subida en la entrada CK con la patilla $\overline{CKE}$ a masa, o con un flanco de bajada en $\overline{CKE}$ manteniendo la patilla CK a nivel alto.



Pistas del circuito impreso del temporizador fotográfico, por la cara del cobre y a tamaño real.

Para el primero de los contadores utilizaremos este último sistema, y el anterior para los otros dos. De este modo, la salida 4566 se aplica a la entrada $\overline{CKE}$ del primer contador, y para la conexión en cascada conectaremos la salida de acarreo de este contador a la entrada CK del segundo y los mismos con el tercero con respecto al segundo. La señal de puesta a cero de estos tres contadores se une al punto común inicialización, al que antes nos referíamos.

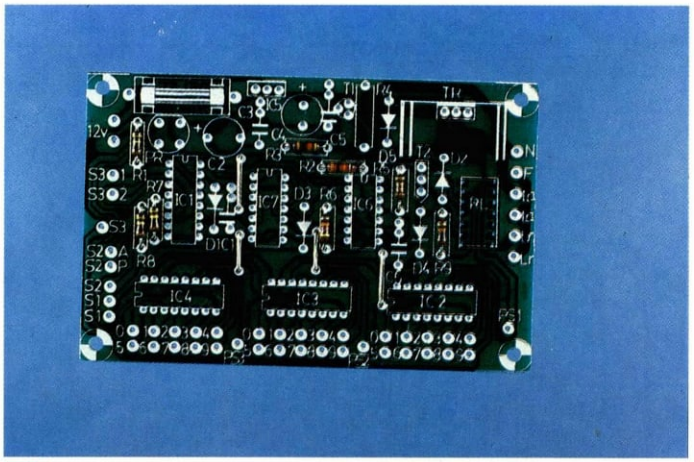
Las diez salidas de cada contador se unen a las diez entradas del correspondiente preselector. Con el primero de los tres preselectores se marcan las unidades del tiempo a programar, con el siguiente las decenas y con el último las centenas. Cuando el tiempo programado coincida con el transcurrido y contado por el conjunto de los tres 4017 conectados en cascada, a la salida de cada preselector tendremos una señal alta. En cualquier otro caso, en alguno de los tres preselectores habrá una señal baja.

El conjunto de salidas de los preselectores se conectan a una puerta NAND de cuatro entradas. Como sólo tenemos tres entradas, la cuarta se pone a 12 V, de tal forma que cuando todas las salidas de los preselectores están en alto, a la salida de la puerta NAND se obtiene una señal baja que invertimos con una puerta NAND igual que la anterior. Como consecuencia, a la salida de la segunda puerta NAND obtendremos un flanco de subida cuando transcurra el tiempo programado. Dicho flanco lo utilizaremos como señal de puesta a cero de un biestable, formado por puertas NOR, que presentará estos dos posibles estados:

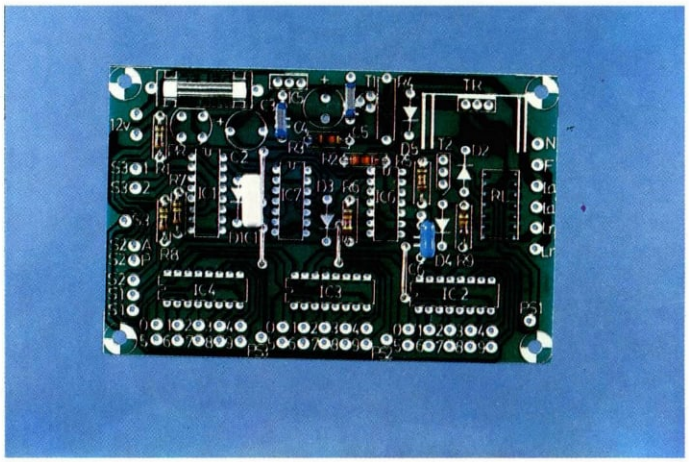
a) Durante el transcurso del tiempo programado: la lámpara de velado estará encendida y la bombilla roja apagada.

b) Antes de iniciarse la cuenta y una vez finalizada: la bombilla roja encendida, y la lámpara apagada.

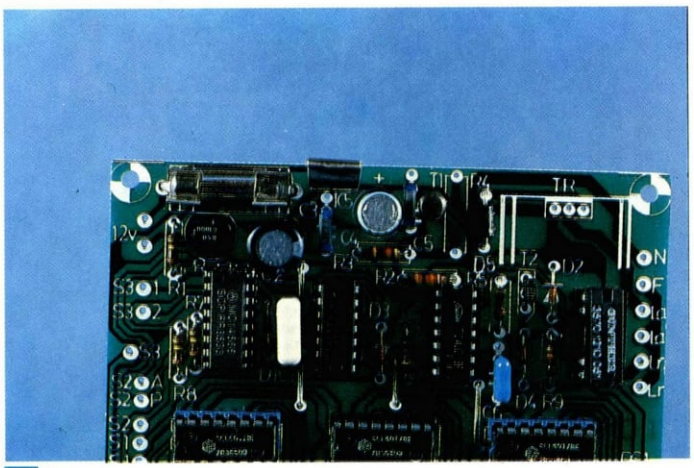
La señal de puesta a cero del biestable se efectúa, por tanto, cuando ha transcurrido el



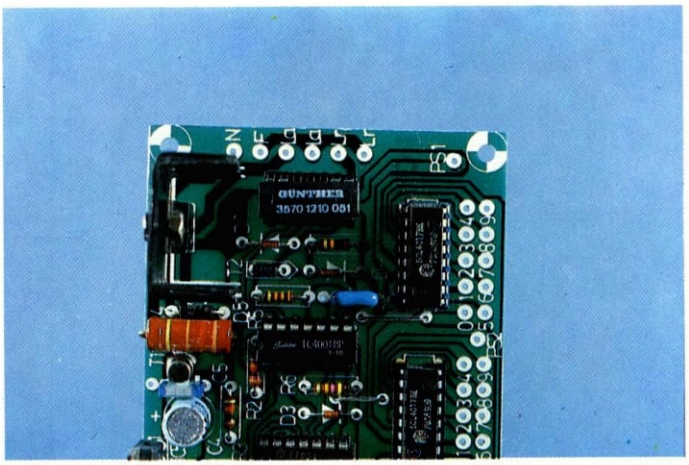
1 *Una vez seleccionados todos los componentes del aparato, pasamos a realizar la primera operación, consistente en insertar y soldar todas las resistencias de 1/4 W y los 4 puentes de hilo que lleva la placa.*



2 *Los condensadores de poliéster, cuyo valor capacitivo viene impreso sobre el cuerpo de los mismos, se sueldan en el sitio que les corresponde. No hay que observar cuidado con la polaridad.*



5 *Montaje del circuito estabilizador de tensión de la fuente de alimentación, condensadores electrolíticos, puente rectificador de la misma y fusible protector de los circuitos lógicos.*



6 *En este paso colocaremos el relé reed en el zócalo destinado para ello. Se coloca con la misma orientación que un integrado, ya que su encapsulado es similar al de uno de 14 patillas.*

tiempo, pero hay otro sistema de ponerlo a cero, y es por medio del pulsador S1 que permite interrumpir el revelado, si se desea, antes del período inicialmente programado.

La otra señal de entrada al biestable, señal de activación, sirve para que con un flanco positivo en la misma, y manteniéndose la señal de puesta a cero del biestable en bajo, comience la fase *a)*, que concluirá cuando llegue un flanco positivo por la señal de puesta a cero.

El flanco positivo en la señal de activación se consigue con el conmutador sin enclavamiento S2 que actúa sobre otro biestable. Mientras S2 se mantiene en la posición de arranque la salida del biestable permanece a nivel alto, pero gracias al condensador C6 y a la resistencia R9 el pulso resultante dará sólo un tiempo fijado por la constante de tiempo de esta red RC. Este pulso tiene una doble función:

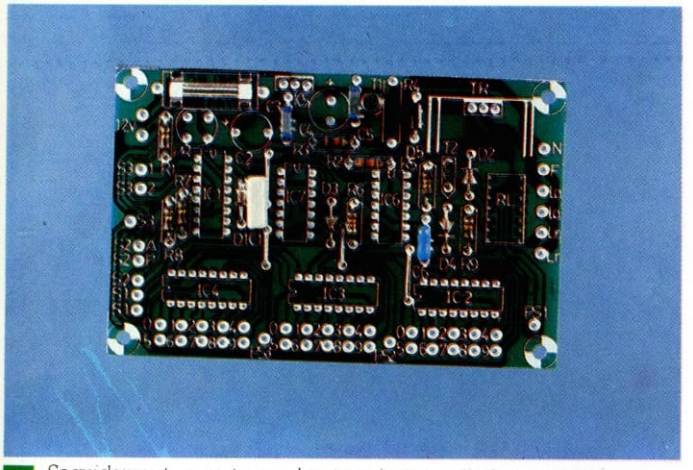
a) Como señal de activación para el biestable.

b) Como señal de puesta a cero de los contadores y del 4566 (IC1).

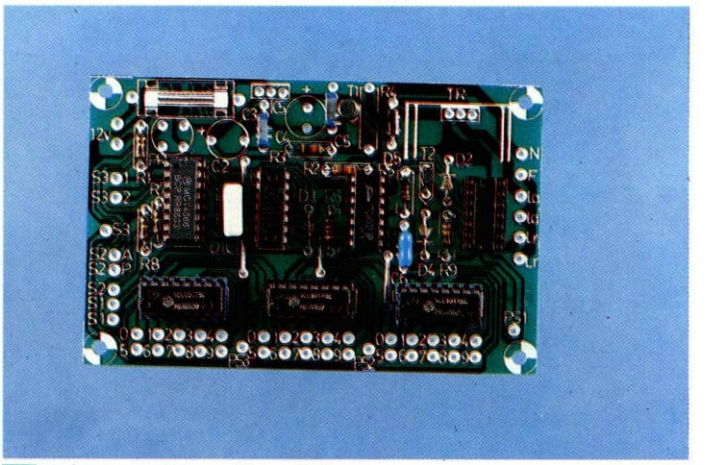
Las dos salidas del biestable primero son complementarias: cuando una está en alto la otra lo está en bajo. Una de ellas se utiliza para el encendido de la lámpara de revelado y la otra para el de la lámpara roja.

Actuación sobre los elementos externos

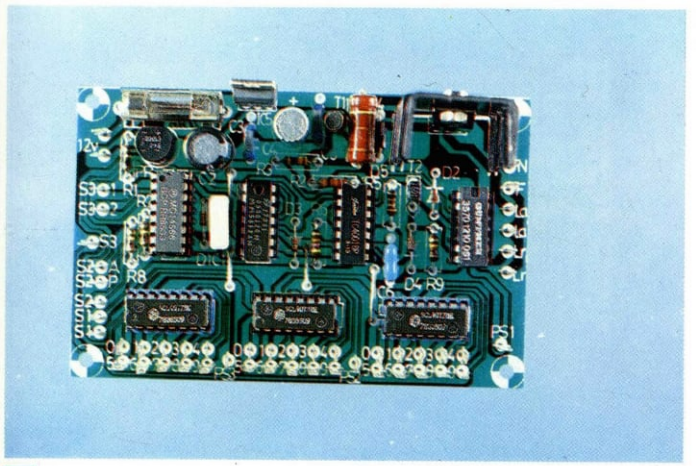
El commutador de actuación sobre la lámpara se compone de un triac. El disparo del mismo se realiza gracias a la puesta en conducción del transistor T1 conectado a una de las salidas del biestable A a través de la resistencia R2. El triac utilizado es el BT137, de uso común, que necesita una corriente de mantenimiento para su conducción de 20 mA. Las lámparas de revelado suelen ser de 100 W, lo cual implica que la intensidad sea la suficiente como para mantener el Triac conduciendo.



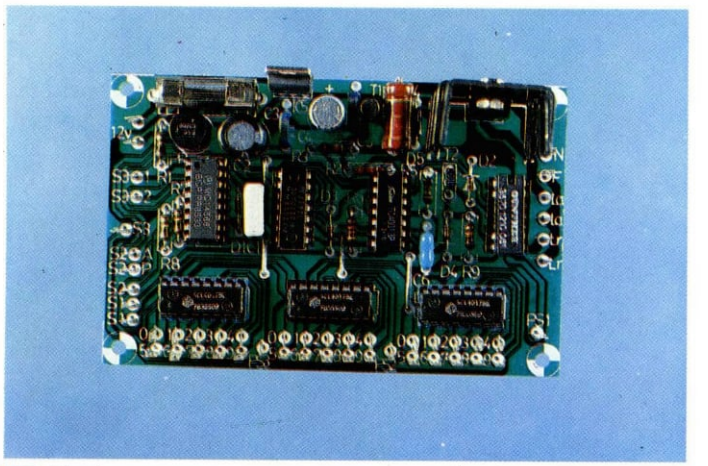
3 *Seguidamente montamos los transistores, diodos 1N4148 y el 1N4007. Respetar la posición indicada en la serigrafía para todos, ya que una mala colocación haría que no funcionara correctamente el equipo.*



4 *A continuación se instalan los zócalos para los circuitos integrados y relé reed. También se insertan los integrados en los zócalos, teniendo en cuenta la correcta orientación de los mismos.*



7 *Con la colocación de los terminales de espadín para la conexión de los preselectores, selector de base de tiempos, conmutador de arranque/parada, pulsador de parada manual, etc., se termina el montaje de la placa.*



8 *El triac va emplazado en posición vertical y con la orientación que se ve en la fotografía. En este paso montamos también la resistencia de 1 W, limitadora de la intensidad de puerta.*

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1-Resistencia 100K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R2-Resistencia 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R3-Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R4-Resistencia 120 Ω 1 W (marrón, rojo, marrón).
R5-Resistencia 33K 1/4 W (naranja, naranja, naranja).
R6-Resistencia 47K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R7-Resistencia 100K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R8-Resistencia 100K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R9-Resistencia 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).

CONDENSADORES

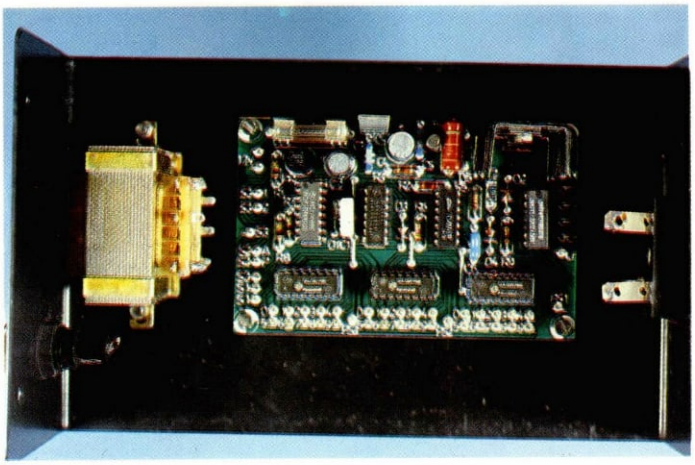
C1-Condensador 33 nF, poliéster.
C2-Condensador 470 μF, electrolítico radial, 25 V.
C3-Condensador 100 nF, poliéster.
C4-Condensador 47 μF, electrolítico radial, 25 V.
C5-Condensador 100 nF, poliéster.
C6-Condensador 10 nF, poliéster.

SEMICONDUCTORES

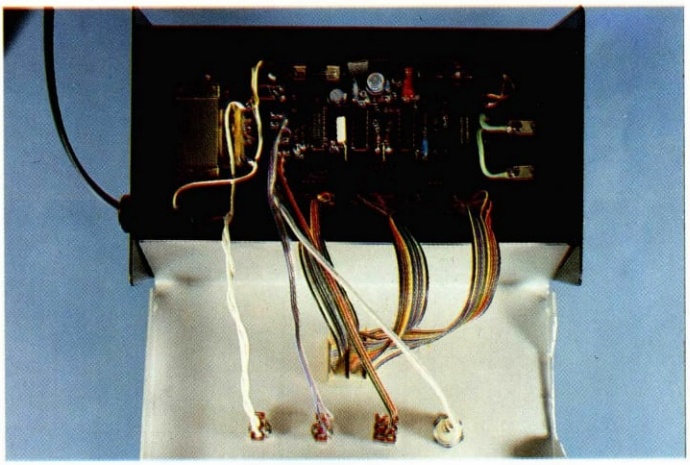
D1-Diodo 1N4148.
D2-Diodo 1N4148.
D3-Diodo 1N4148.
D4-Diodo 1N4148.
D5-Diodo 1N4007.
IC1-Circuito integrado 4566.
IC2-Circuito integrado 4017.
IC3-Circuito integrado 4017.
IC4-Circuito integrado 4017.
IC5-Circuito integrado 7812.
IC6-Circuito integrado 4001.
IC7-Circuito integrado 4012.
T1-Transistor BC108.
T2-Transistor SC109.
TR-Triac BT137.

VARIOS

— 3 zócalos de 14 patillas.
— 4 zócalos de 16 patillas.
— Transformador 220 V/12 V 0,2 A.
— Portafusibles para panel.
— Portafusibles para circuito impreso.
— Fusible de 5 A.
— Fusible de 0,5 A.
— Radiador para encapsulado TO-220.
— Conmutador sin enclavamiento.
— Interruptor miniatura para red.
— Conmutador de 2 posiciones.
— Pulsador sin enclavamiento.
— Clavija macho con cable para red.
— Goma pasacables.
— 2 clavijas hembras para red (negra y roja).
— 3 preselectores decimales.
— 49 terminales espadín.
— 4 separadores de 10 mm.
— Tornillos y tuercas de sujeción.
— Caja Visebox RV-16.

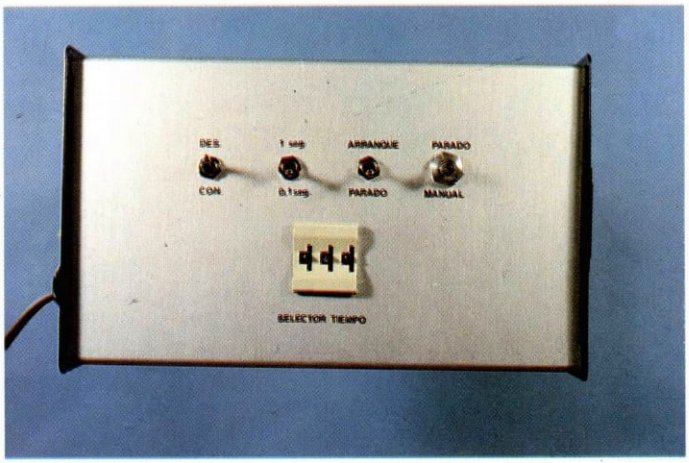


9 *La placa de circuito impreso, ya completa, se instalará en la caja, así como el transformador de alimentación, el portafusibles y las clavijas hembras para red. Es conveniente poner cada clavija de un color.*



10 *Siguiendo el esquema y las instrucciones dadas en el texto se efectuará el cableado entre los elementos del aparato. Evitar que los cables de control se crucen con los de la red, o con los de salida.*

11 *Detalle de las clavijas hembras de red, donde se conectarán la lámpara de la ampliadora en la negra y la lámpara roja en la de color rojo. La potencia máxima está indicada en cada una.*



12 *Vista general del equipo totalmente terminado y listo para controlar nuestro cuarto obscuro, con total seguridad y precisión. Se han rotulado las funciones de cada interruptor, conmutador y pulsador.*

En el caso de la bombilla roja, la pequeña potencia de éstas puede significar una intensidad insuficiente, por lo que la solución adoptada es un relé reed en lugar de un Triac.

Alimentación del circuito

La alimentación de los integrados del montaje la realizamos a 12 V en continua. Precisamos, por tanto, de un transformador de 12 V y 0,2 A. En este circuito también intervienen las señales de alterna tanto del secundario como del primario del transformador, pues los 12 V de alterna se utilizan como referencia para la obtención de las bases de tiempos, y los 220 V de alterna han de conectarse al circuito para la actuación sobre los elementos externos.

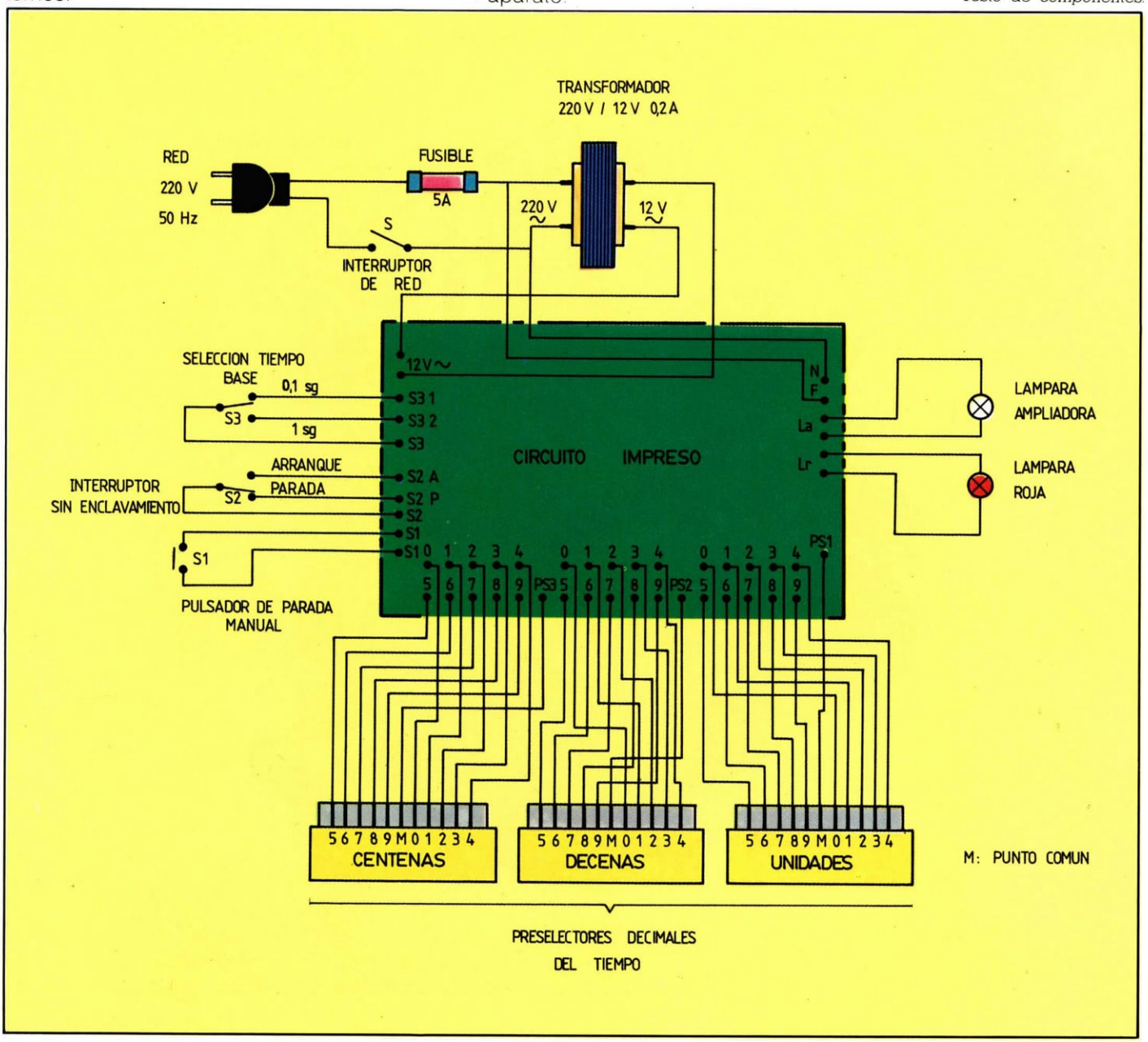
Ajuste y montaje

No se necesita un ajuste del 4566 con elementos variables, lo cual simplifica la puesta en marcha del circuito y garantiza la exactitud del mismo.

Al incluir un número relativamente elevado de integrados es importante ser cuidadoso a la hora de colocar los mismos en las posiciones correctas.

Un aspecto trabajoso del montaje es el cableado que llevan consigo los tres preselectores. En total representan 33 conexiones entre el circuito y estos elementos mecánicos. Es, por tanto, importante realizarlo con paciencia y cuidado para no intercambiar los cables, lo que implicaría que no coincidiese el tiempo programado con el que cuente el aparato.

Esquema de conexionado del circuito impreso con el resto de componentes.



Verificación del circuito

La mejor comprobación del circuito consistirá en, una vez montado y conectadas la red, la lámpara de la ampliadora y la lámpara roja, programar un tiempo y apretar el pulsador de arranque.

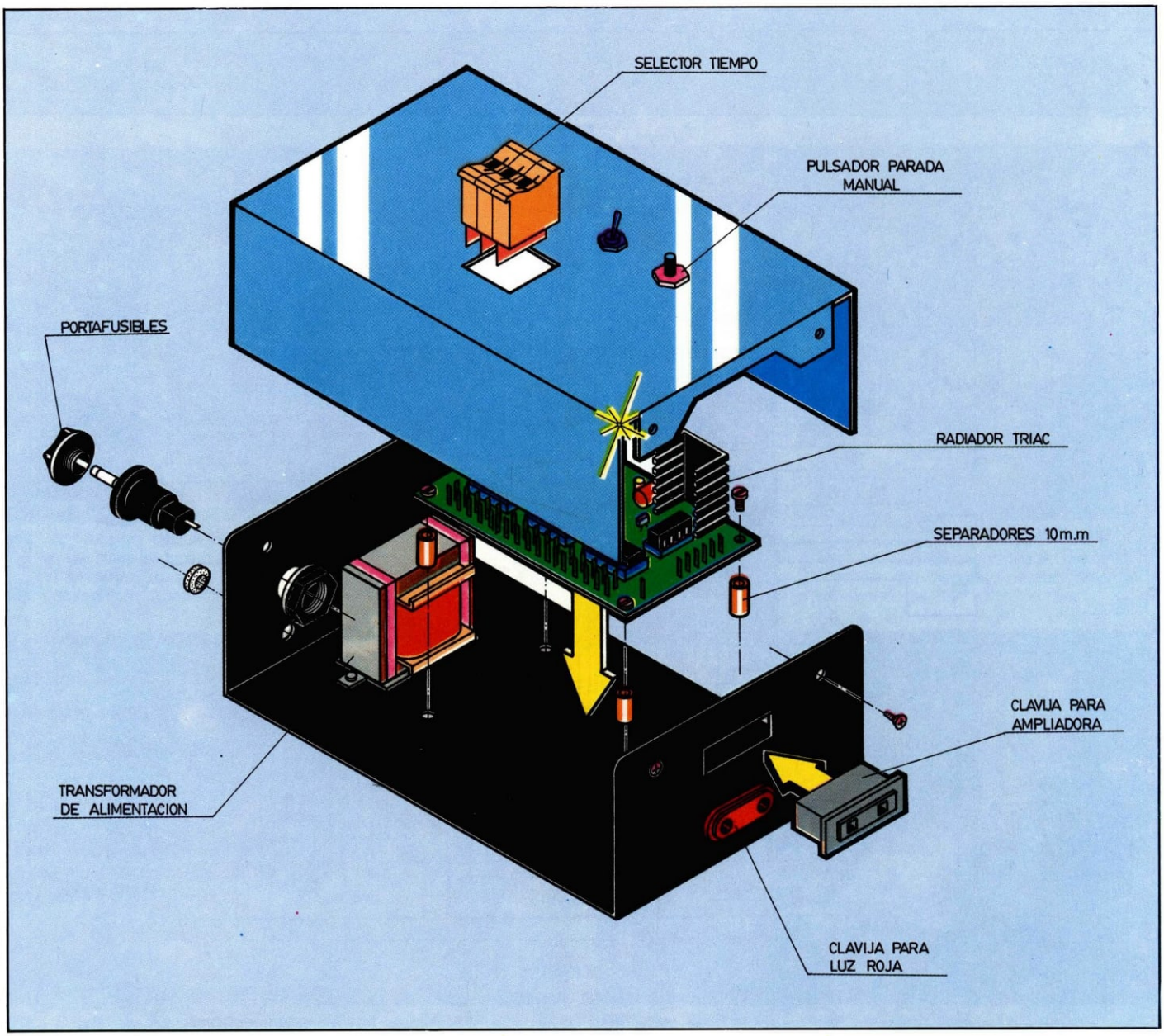
En el caso de haber algún problema, los pasos a seguir para la verificación del circuito serían:

a) Comprobar la salida del 4566, patilla 14 ó 6, que deberá ser onda cuadrada.
b) Salidas de los contadores y salida del preselector correspondiente.
c) Entrada del 4001 (patilla 13), que es la entrada de activación del biestable.
d) Los transistores T1 y T2.

Verificando sucesivamente estos puntos podemos encontrar dónde se interrumpe el correcto funcionamiento del circuito y repasar, en consecuencia, las soldaduras, conexiones o componentes implicados.

Características técnicas

— Alimentación: red de 220 V ± 10 % 50 Hz.
— Tiempo de programación: 0,1 a 999 segundos.
— Salida por clavija hembra para ampliadora: máximo 1.000 W.
— Salida por clavija hembra para lámpara roja: máximo 100 W.
— Pulsador de parada manual.
— Interruptor de red.



Disposición mecánica de los diversos elementos que componen el temporizador fotográfico.

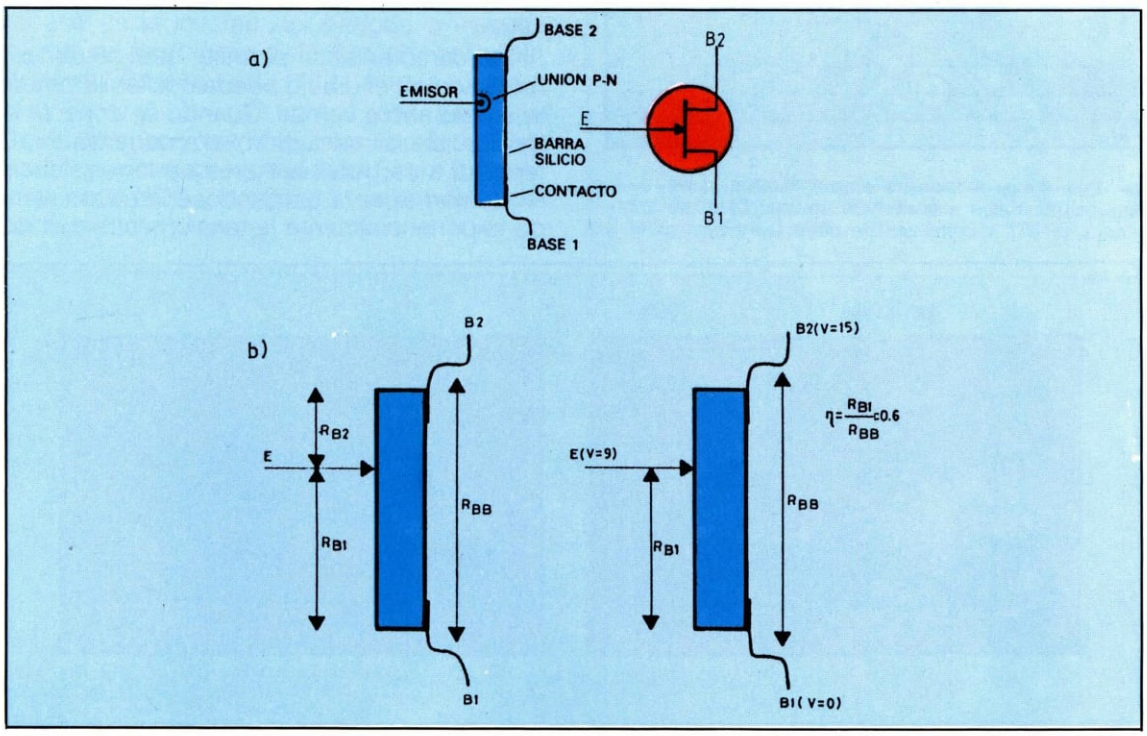
TRANSISTOR UNIUNION

El nombre de transistor puede aplicarse a cualquier dispositivo semiconductor cuya «resistencia» pueda ser controlada con ayuda de una tensión y/o una corriente en uno de sus terminales.
Este es el caso de los transistores denominados uniunión (en inglés «unijunction transistor», abreviado comúnmente como UJT).

Tales dispositivos están constituidos internamente por una barra de material semiconductor (generalmente silicio tipo N) de cuyos extremos se toman dos contactos, que se denominan bases, y cuya nomenclatura más corrientemente usada es la de B1 y B2.

En un punto de la barra, intermedio entre ambas bases, se conecta un tercer terminal, de forma que el contacto establecido forme una unión semiconductora, o unión P-N, correspondiendo la zona P al nuevo contacto, y la zona N a la barra. Tal terminal se denomina emisor, y el contacto actúa realmente como un diodo (ánodo en el emisor, cátodo sobre la barra).

Entre el emisor y cada una de las bases, la barra de silicio presenta una cierta resistencia eléctrica, simbolizada generalmente como RB_1 y R_{B2}, siendo su suma igual a la resistencia eléctrica entre extremos o bases ($R_{BB} = R_{B1} + R_{B2}$). Para un transistor dado, la relación entre R_{B1} y R_{BB} será fija. Tal cociente suele denominarse relación intrínseca, y su valor viene dado por el fabricante. Suele simbolizarse como η ($\eta = R_{B1}/R_{BB}$).

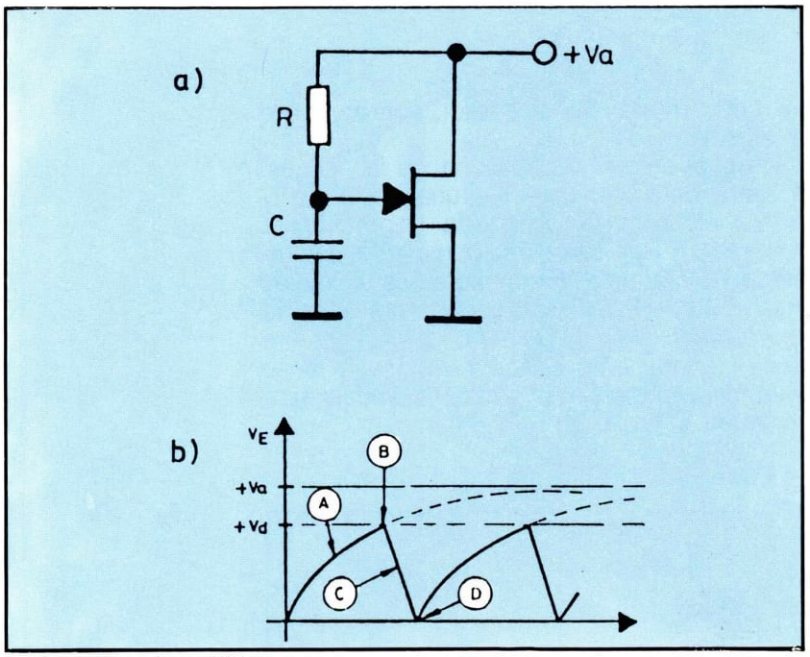


a) *Composición de un transistor uniunión y su símbolo.* b) *Zonas de resistencia teórica y en un caso real.*

Funcionamiento

Cuando entre las bases se aplica una cierta tensión (por ejemplo, 15 V), por la barra semiconductora circula una corriente cuyo valor depende del modelo de transistor empleado. La tensión, a lo largo de la barra, variará desde 0 V, en B1, hasta 15 V, en B2, siendo la tensión correspondiente al emisor η veces la aplicada entre bases. Si, por ejemplo, η tiene un valor de 0,6, la tensión en dicho terminal será de: $0{,}6 \times 15 = 9$ V.

Puesto que el contacto sobre la barra puede verse como el cátodo de un diodo, y sobre tal cátodo existe una tensión de 9 V, mientras que al terminal emisor (ánodo del mismo diodo) no se aplique una tensión superior a esos 9 V, el citado diodo no entrará en conducción, y por el emisor no circulará corriente alguna. El transistor uniunión se dice en esta situación que está en corte.



a) *Oscilador básico UJT.*
b) *A) El condensador C se carga. B) La tensión de emisor alcanza la de conducción. C) C se descarga rápidamente a través del emisor. D) C se descarga por completo, se corta el UJT y comienza de nuevo el ciclo.*

Cuando la tensión exterior aplicada sobre el emisor supera la de conducción del «diodo» interno (unos 9,6 V, para el ejemplo), por dicho terminal comienza a circular corriente, comportándose el conjunto emisor-base1 como un diodo semiconductor normal, con lo que la tensión sobre el emisor pasa a ser de un valor muy bajo (la de umbral de un diodo de silicio, unos 0,6 V). Mientras dura esta transición, se dice que el transistor está en las zonas de resistencia negativa, debido a que a un aumento de la corriente le corresponde una disminución de la tensión.

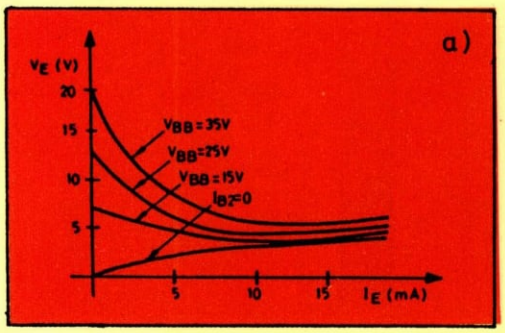
Una vez que en el transistor se ha estabilizado la corriente de emisor, la situación permanece estable, diciéndose que se encuentra saturado. Tal situación se mantiene hasta que la corriente de emisor baja a un valor tal que el transistor vuelve a su situación primitiva (región de corte).

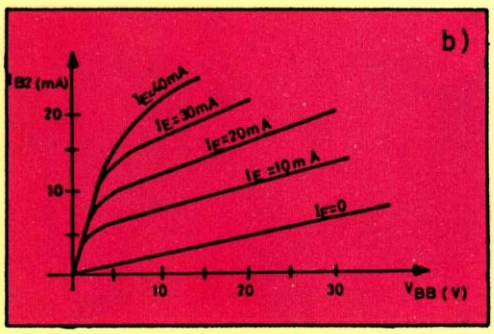
En las curvas de salida, o relación tensión-corriente entre las bases del transistor, se puede ver que la resistencia (cociente entre la tensión y la corriente) del dispositivo semiconductor puede hacerse variar con la corriente de emisor; de aquí que a tal dispositivo pueda aplicársele la denominación genérica de transistor.

Circuito básico de un oscilador UJT

La característica más sobresaliente de un transistor uniunión es que por su emisor no circula corriente mientras su tensión no supere un cierto valor. En ese instante, el emisor absorbe gran cantidad de corriente, comportándose como un diodo polarizado directamente.

Tal característica permite que el circuito mostrado en el dibujo pueda oscilar libremente, como ahora vemos. Cuando se conecta la tensión de alimentación, el condensador C tenderá a cargarse a través de la resistencia R. Conforme vaya cargándose, irá aumentando exponencialmente la tensión entre sus ex-





a) *Las llamadas curvas de entrada de un UJT, o relación entre la corriente y la tensión de emisor.* b) *Curvas de salida, o relación tensión-corriente entre las bases del transistor.*

tremos. Tal tensión es, precisamente, la que se aplica sobre el emisor del UJT.

Cuando la tensión sobre el condensador alcanza la de conducción del emisor, el UJT pasará a conducir, comportándose el terminal emisor como un diodo semiconductor, lo que hará que el condensador se descargue rápidamente. Cuando tal descarga finaliza, el UJT vuelve a su estado de corte, que es en el que se encontraba inicialmente, con lo que el proceso vuelve a repetirse.

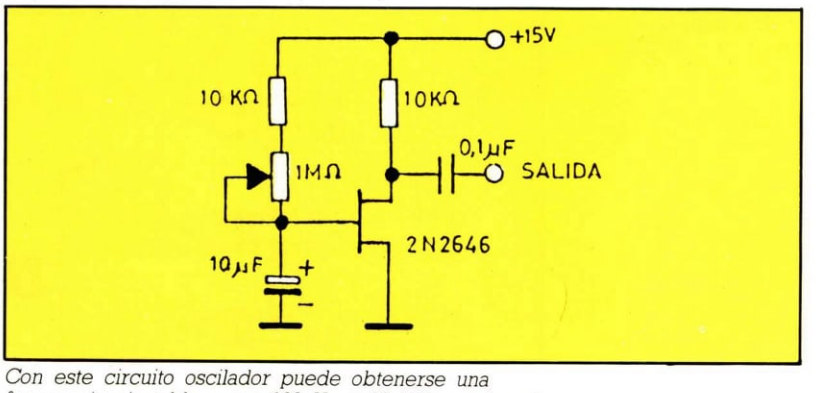
Normas de onda

La primera de ellas se consigue al tomar la tensión del emisor a través de un segundo condensador C1. Si el valor de C1 es el adecuado, no transmitirá la carga relativamente lenta del condensador C, pero sí pasará a su través el impulso negativo provocado por la conducción brusca del UJT.

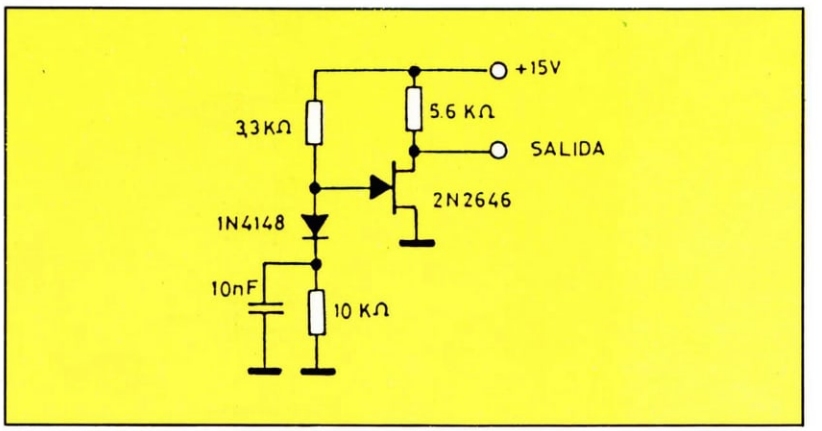
Otra forma de obtener utilidad del oscilador consiste en incluir sendas resistencias en serie con las bases de UJT. Sobre ellas aparecerán impulsos positivos o negativos coincidiendo con la entrada en conducción del transistor.

El tiempo que dura la carga del condensador depende del valor de la relación intrínseca (η) del UJT. Para el margen de valores en que suele encontrarse η (0,5 a 0,7), dicho tiempo oscila entre 0,8 y 1,2 veces la constante de tiempo (τ) del circuito RC ($\tau = R\,C$). Así, para un condensador de 0,1 mF y una resistencia de 10 kΩ, la constante de tiempo es: $\tau = R \cdot C = 10^4 \cdot 10^{-7} = 10^{-3}$ s; esto es, el ciclo de carga durará, aproximadamente, 1 ms (entre 0,8 y 1,2 ms).

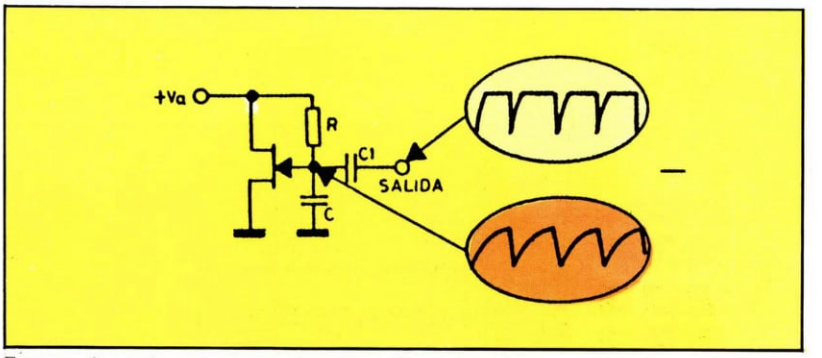
Como la frecuencia de repetición del proceso es la inversa del período o tiempo en que se reproduce el fenómeno, para los valores dados, la frecuencia será: $f = 1/T = 1/10^{-3} = 10^3$ Hz = 1 kHz. Esto es, el circuito mencionado genera impulsos con una frecuencia aproximada de 1 kHz (puede variar entre 800 y 1.200 Hz, según el valor concreto de η).



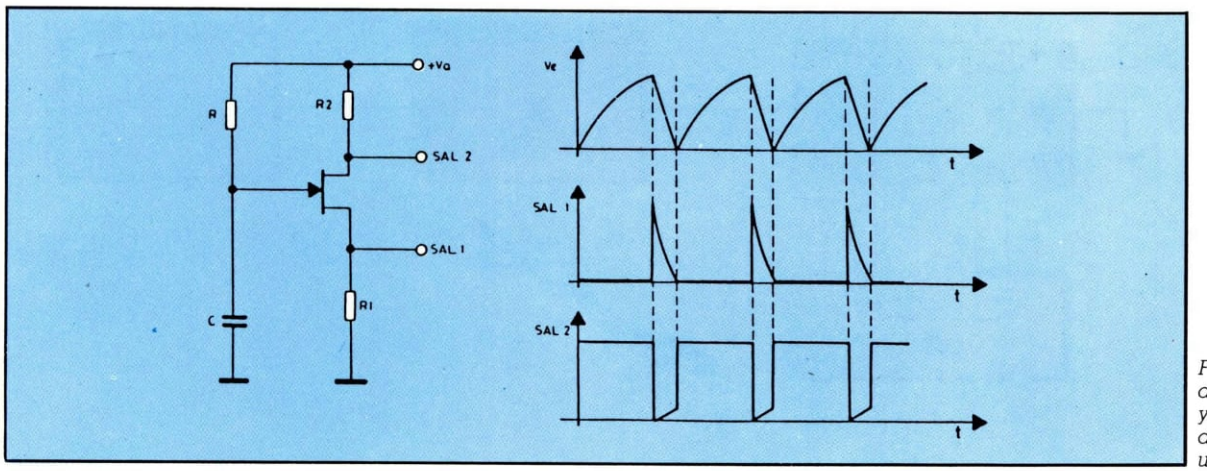
Con este circuito oscilador puede obtenerse una frecuencia ajustable entre 100 Hz y 10 kHz gracias al potenciómetro incluido.



Circuito oscilador que permite obtener una onda rectangular de frecuencia 5,4 kHz con los valores mostrados.

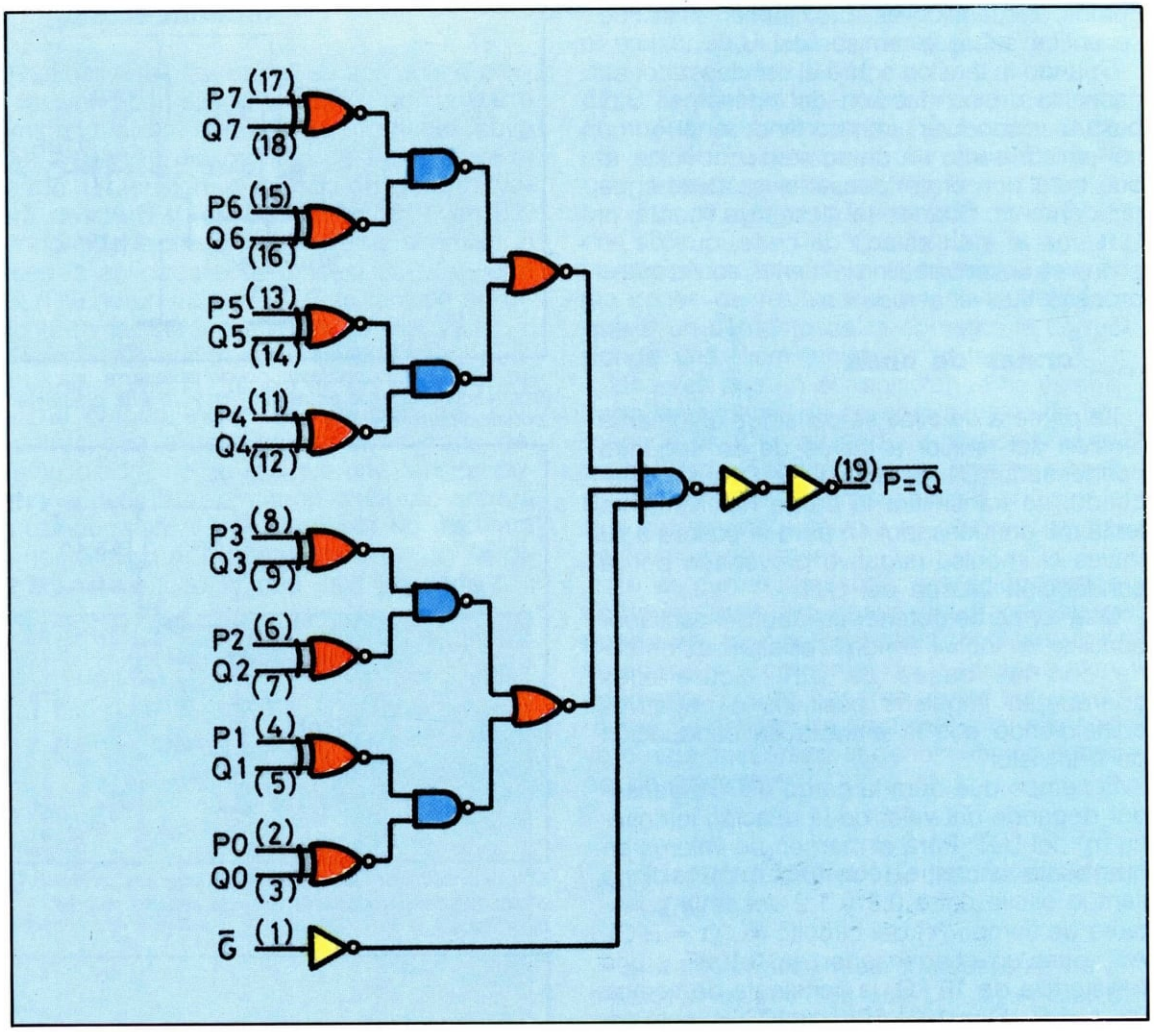


Formas de onda con un condensador C1 en la salida del oscilador básico UJT.

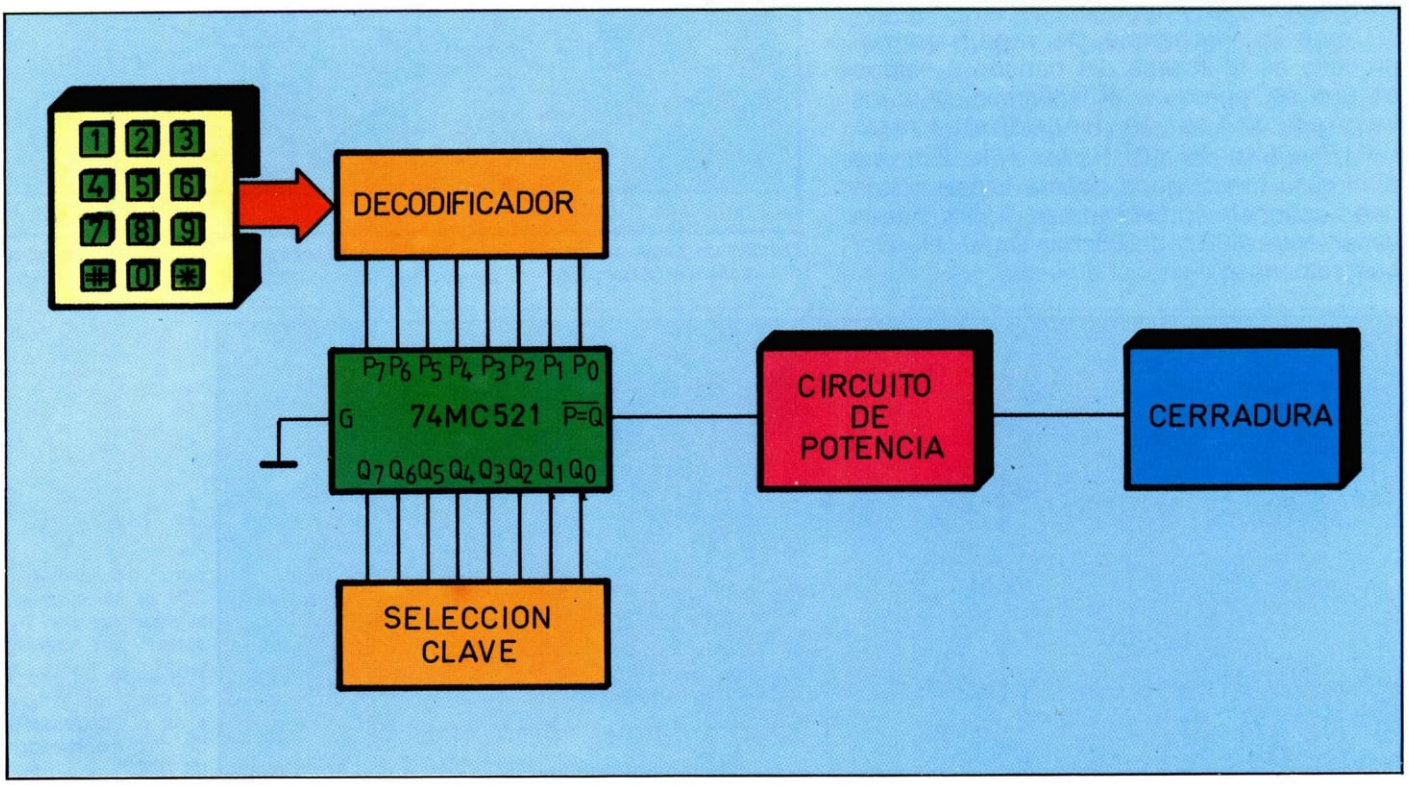


Forma de las ondas de salida en las bases y en el condensador de otro montaje con un UJT.

Diagrama lógico del circuito interno.



El comparador de 8 bits como detector de igualdad de claves en una cerradura electrónica.



54HC521/74HC521

Este circuito integrado es un detector de igualdad, que compara dos palabras de 8 bits, bit a bit. Cuando las dos palabras son iguales, la salida P = Q señala esta circunstancia, poniéndose a nivel bajo. También dispone de una entrada «enable» a nivel bajo que facilita la conexión en cascada de varios integrados, con lo cual se podrán comparar palabras de cualquier longitud.

Está diseñado y fabricado en tecnología CMOS, de bajo consumo y alta velocidad.

Puede excitar directamente 10 puertas tipo LS, o su carga equivalente.

Este circuito integrado es funcionalmente compatible, y tiene la misma distribución de patillas que el 74LS688.

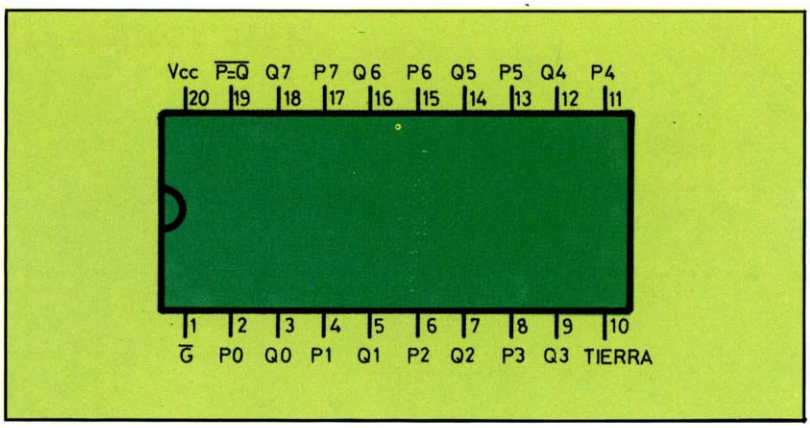
Todas las entradas están protegidas contra descargas estáticas con diodos conectados a masa y al terminal de alimentación.

Características básicas

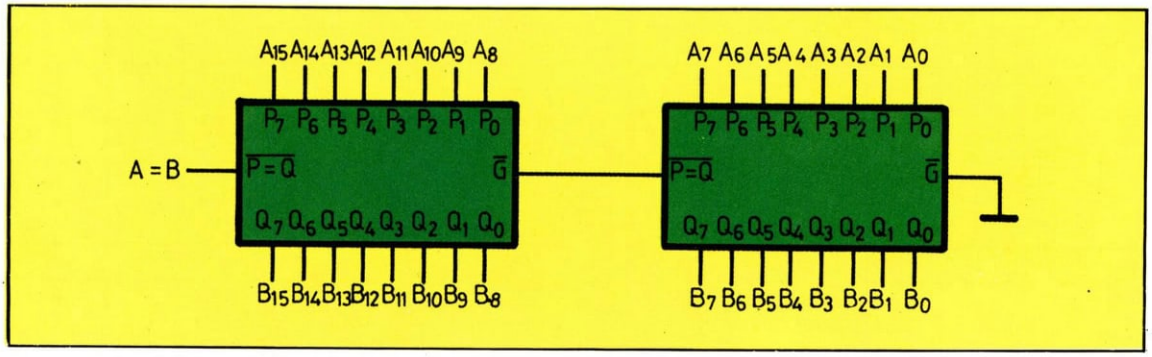
Retardo de propagación típico: 20 ns.
Tensión de alimentación: entre 2 y 6 V.
Bajo consumo en reposo: 80 µA (serie 74).
Corriente de salida elevada: 4 mA (serie 74).

Valores límite de funcionamiento

Tensión de alimentación (V_{CC}): −0,5 a 7,0 V.
Tensión continua de entrada: − 1,5 a V_{CC} + 1,5 V.
Tensión continua de salida: − 0,5 a V_{CC} + 0,5 V.
Corriente diodo clamp: 20 mA.
Corriente de salida, por patilla: 25 mA.
Corriente, patilla V_{CC} o masa: 50 mA.
Temperatura de almacenamiento: − 65 a 150 °C.
Potencia máxima disipable: 500 mW.
Temperatura de soldadura (10 s máx.): 260 °C.
Tensión de alimentación: entre 2 y 6 V.
Tensión a la entrada o salida: entre 0 y V_{CC}.
Temperatura
74HC521: desde − 40 a 85 °C.
54HC521: desde − 55 a 125 °C.



Distribución de patillas del circuito 74HC521.



La conexión en cascada permite la detección de igualdad entre palabras de más de 8 bits; en este caso se comparan dos palabras, A y B, de 16 bits.

Tiempo de subida o bajada:
1.000 ns para V_{CC} = 2 V
500 ns para V_{CC} = 4,5 V
400 ns para V_{CC} = 6 V

Encapsulado

Este circuito integrado se presenta en una cápsula dual-in-line de 20 patillas, y el material soporte puede ser de tipo plástico o cerámico.

Aplicaciones

Las posibles aplicaciones son numerosas, aunque fue especialmente diseñado para realizar decodificaciones en bloques de memoria, y en cualquier otro caso en que se quieran comparar dos conjuntos ordenados de 8 bits.

Como aplicación directa y original podemos indicar el circuito de comparación de claves de una cerradura electrónica, que lo implementa totalmente.

TABLA DE VERDAD

Entradas		Salida
Datos	Enable	$\overline{P = Q}$
$P = Q$	L	L
$P > Q$	L	H
$P < Q$	L	H
Cualquiera	H	H

H = nivel alto; L = nivel bajo.

CARACTERISTICAS DE RAPIDEZ

Parámetro	Condiciones	V_{CC}	Tip	Unidades
Retardo máximo de propagación, entre una entrada y salida	C_L = 15 pF T_A = 25 °C	5	21	ns
Retardo máximo de propagación, entre enable y salida		5	14	ns
Retardo máximo de propagación	C_L = 50 pF	2 4,5 6	60 22 19	ns ns ns
Capacitancia de disipación			45	pF
Máxima capacitancia de entrada			10	pF

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Parámetro	Condiciones de medida	V_{CC}	T_A = 25 °C	74HC T_A = −40 a 85 °C	54HC T_A = − 55 a 125 °C	Unidades
				Tip valores garantizados		
Tensión de entrada mínima para nivel alto		2,0 V 4,5 V 6,0 V	1,5 3,15 4,2	1,5 3,15 4,2	1,5 3,15 4,2	V V V
Tensión de entrada máxima para nivel bajo		2,0 V 4,5 V 6,0 V	0,3 0,9 1,2	0,3 0,9 1,2	0,3 0,9 1,2	V V V
Tensión de salida mínima para nivel alto	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 20\ \mu A$	2,0 V 4,5 V 6,0 V	2,0 1,9 4,5 4,4 6,0 5,9	1,9 4,4 5,9	1,9 4,4 5,9	V V V
	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 4,0$ mA $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 5,2$ mA	4,5 V 6,0 V	4,2 3,98 5,7 5,48	3,84 5,34	3,7 5,2	V
Tensión de salida máxima para nivel bajo	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 20\ \mu A$	2,0 V 4,5 V 6,0 V	0 0,1 0 0,1 0 0,1	0,1 0,1 0,1	0,1 0,1 0,1	V V V
	$V_{IN} = V_{IH}$ o V_{IL} $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 4,0$ mA $\lvert I_{OUT}\rvert \leq 5,2$ mA	4,5 V 6,0 V	0,2 0,26 0,2 0,26	0,33 0,33	0,4 0,4	V V
Corriente de entrada máx.	$V_{IN} = V_{CC}$ o GND	6,0 V	± 0,1	± 1,0	± 1,0	μA
Consumo máximo en reposo	$V_{IN} = V_{CC}$ o GND I_{OUT} = 0 μA	6,0 V	8,0	80	160	μA

INSTALACION DE TV VIA SATELITE. ANTENAS

Lo que hace unos meses parecía un sueño fantástico podemos afirmar que ya es una realidad. Disponemos de las antenas y equipos necesarios para captar tantos canales de TV vía satélite como los que disfrutan nuestros vecinos de Europa. Lo que quizás esté aún algo más «verde» es la puesta en funcionamiento de los canales asignados a España, pero no cabe duda de que tarde o temprano entrarán, lo que no deberá cogernos desprevenidos. Para que ello no suceda debemos informarnos de las novedades existentes sobre esta materia y puestas a nuestra disposición.

En la actualidad son tres los satélites utilizados para la TV, aunque en realidad hay un cuarto: el Intelsat IV. Está situado en una posición orbital de 1,0° W (W = Oeste), y el programa que transmite es de las Fuerzas Armadas norteamericanas. La frecuen-

Dos antenas parabólicas con distinta orientación (ángulo de elevación y azimut), necesarias para recibir los programas emitidos desde los satélites Intelsat IV y el ECS1.

cia de emisión está en la banda de 4 GHz.

Los tres satélites más empleados son los siguientes:

ECS 1: está situado en una posición orbital de 13° E, emite en la banda de 11 GHz y con una polarización vertical.

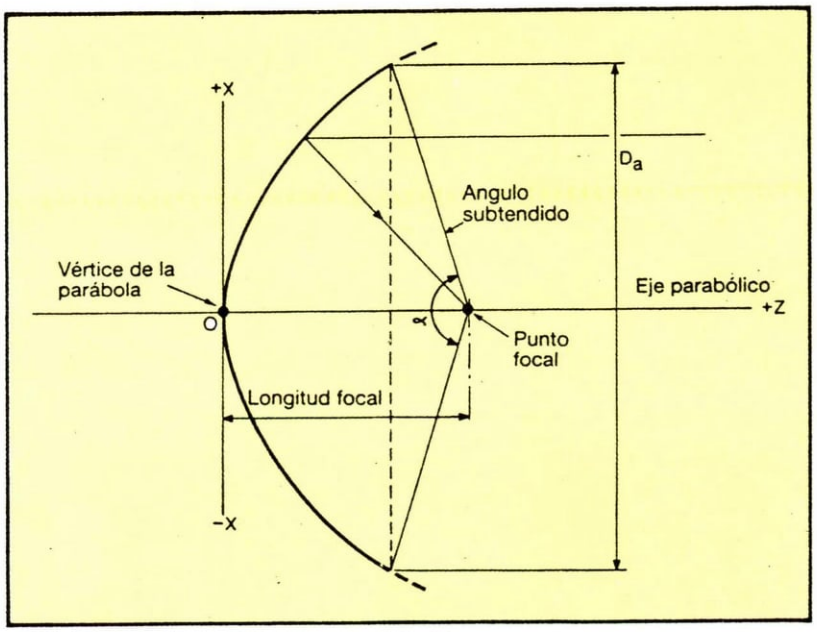
INTELSAT V: emite también en la banda de 11 GHz, con polarización lineal. Está situado en la órbita 27,5° W.

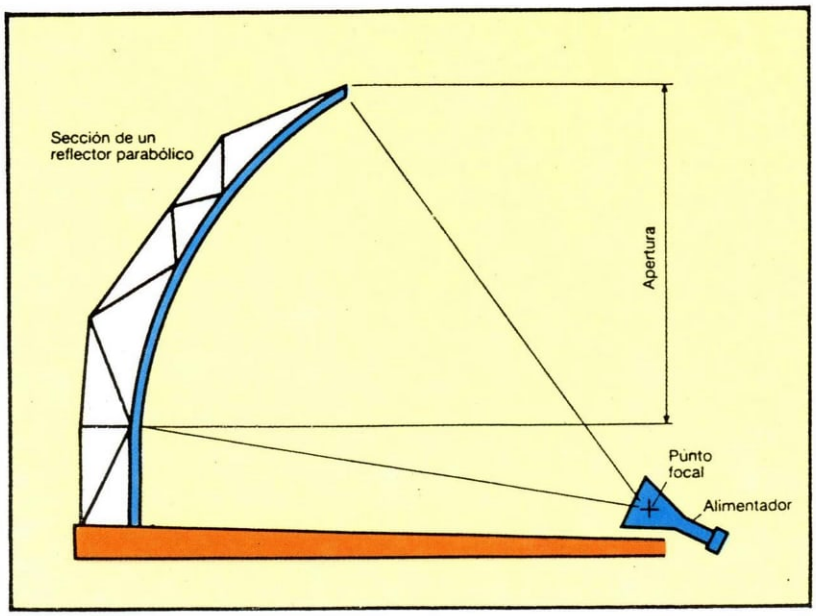
INTELSAT V: emite también en la banda de 11 GHz, con polarización lineal. Está situado en la órbita 27,5° W.

GHORIZON (URSS): emite en la misma banda que el Intelsat IV, 4 GHz, por lo que la antena necesaria es bastante mayor que la de los anteriores. Tiene una posición orbital de 14° W.

Los elementos que componen una instalación de TV vía satélite los podemos dividir en tres grupos, a saber: las antenas parabólicas, unidad exterior o conversor y la unidad interior o sintonizador. Los dos primeros los trataremos en este capítulo, dejando el último, dada su extensión, para otro.

El dibujo nos muestra dos tipos de antenas parabólicas: normal y «offset», donde a igualdad de ganancia, si la primera es de 1,2 m de diámetro, la segunda es sólo de 0,8 m.





Las antenas parabólicas

La proyección del haz de emisión de un satélite sobre la superficie de la Tierra tiene forma elíptica. Un ejemplo válido de tal proyección puede ser la del rayo luminoso de una linterna sobre una superficie esférica. El haz de emisión se comporta exactamente igual que el haz luminoso, por lo que el nivel de señal disminuirá a medida que nos alejamos del centro de éste. Como la ganancia de la antena parabólica aumenta con la superficie de la misma, ésta tendrá que ser más grande cuanto más nos distanciemos del núcleo del haz. Pero no es la única variable que interviene en la ganancia, pues su cálculo está determinado por la siguiente ecuación:

$$G = 10 \cdot \log \frac{4\pi \cdot A \cdot n}{\lambda^2}$$

donde:

G = Ganancia.

n = Rendimiento (porcentaje de la energía que incide en la parábola y es dirigido al foco de la misma).

λ = Longitud de onda de la señal.

Hay configuraciones de antenas en las que el rendimiento es mayor que en otras. Uno de los tipos de mayor rendimiento es la «Offset». Para hacernos una idea comparativa, pues el movimiento se demuestra andando, diremos que a igualdad de rendimiento entre dos antenas, una parabólica convencional y otra «Offset», si la primera es de 1,2 m, la segunda será solamente de 0,8 m de diámetro. Aunque pueda parecer una exageración los 1,2 m, es precisamente una de las antenas más pequeñas, pues si hablamos de la necesaria para recibir las señales del satélite Intelsat IV, que transmite, como ya dijimos, en la banda de 4 GHz, ésta podría llegar hasta un diámetro de 7 m.

Unidad exterior (conversor)

Los rayos dirigidos hacia una parábola siempre son reflejados hacia el foco, por ese motivo se coloca ahí el conversor o unidad exterior. La energía electromagnética reflejada hacia el foco pasa al conversor a través de un dispositivo denominado *alimentador*, el cual se comporta como un embudo: recoge la señal reflejada por la parábola y se la suministra al conversor, que transforma las seña-

les de elevada frecuencia (miles de MHz = GHz), a otras más bajas y manejables. Estas señales de entrada al conversor, además de ser muy altas en frecuencia, son muy débiles, por lo que dicho conversor deberá tener elevada ganancia y una figura de ruido muy baja.

Polarización de las señales vía satélite

Las señales de TV vía satélite pueden venir con polarización *lineal* o polarización *circular*, por lo que el alimentador que se utilice deberá servir para recibir señales de este tipo de polarización.

La polarización lineal puede ser vertical u horizontal, por lo que teóricamente bastará con girar 90° el conjunto alimentador/conversor; pero no es tan sencillo, pues cada vez que quisiéramos cambiar de canal con distinto tipo de polarización estaríamos obligados a subir a la antena a girar el sistema, lo que dejaría mucho que desear.

Los fabricantes han resuelto este engorroso problema utilizando alimentadores de doble polarización y que tienen también doble salida. Por una se envían las señales de polarización horizontal y por otra las de polarización vertical, a dos conversores distintos, cada uno de los cuales recibe un tipo de señal.

La polarización circular puede ser polarización *a derecha* o polarización *a izquierda*, depende del canal elegido. En este caso no existe el problema anterior, pues con un solo conversor recibiremos ambas polarizaciones.

De todo esto podemos deducir que el conjunto formado por la antena y la unidad exterior o conversor (que son inseparables), además de captar las señales de los canales elegidos de TV vía satélite (11,7 a 12,5 GHz), las convierte en frecuencias mucho más bajas (0,95 a 1,75 GHz) y las amplifica. Estas señales obtenidas son llevadas a través de un coaxial un poco especial (baja atenuación a frecuencias elevadas, resistencia a las inclemencias meteorológicas, etc.) a la unidad interior o sintonizador.

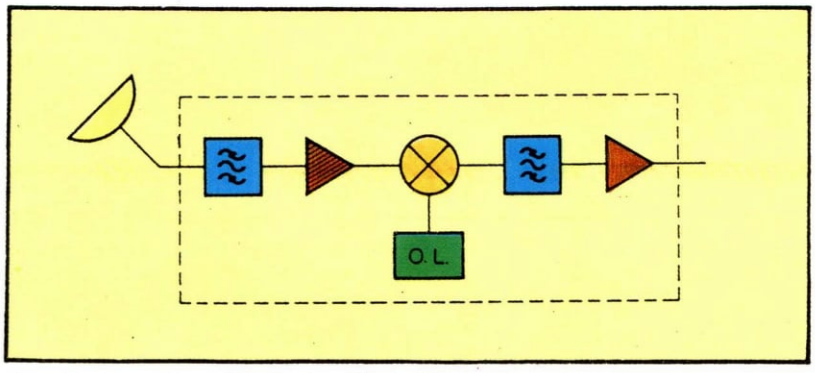
Montaje e instalación del conjunto de antena

El montaje del sistema de antena no ofrece ninguna dificultad, o al menos presenta los mismos problemas que cualquier montaje mecánico. Una vez elegida la zona donde colocar la antena, terraza, tejado, etc., comenzaremos por fijar la base o pedestal al suelo, teniendo en cuenta los esfuerzos que deberá soportar; no por el peso de la parábola sino por la resistencia que opondrá al viento y la posición aproximada de la orientación horizontal (azimut) que deberá tener la antena. Una vez fijado el conjunto de sujeción, se montará la parábola con el conversor ya instalado en ella.

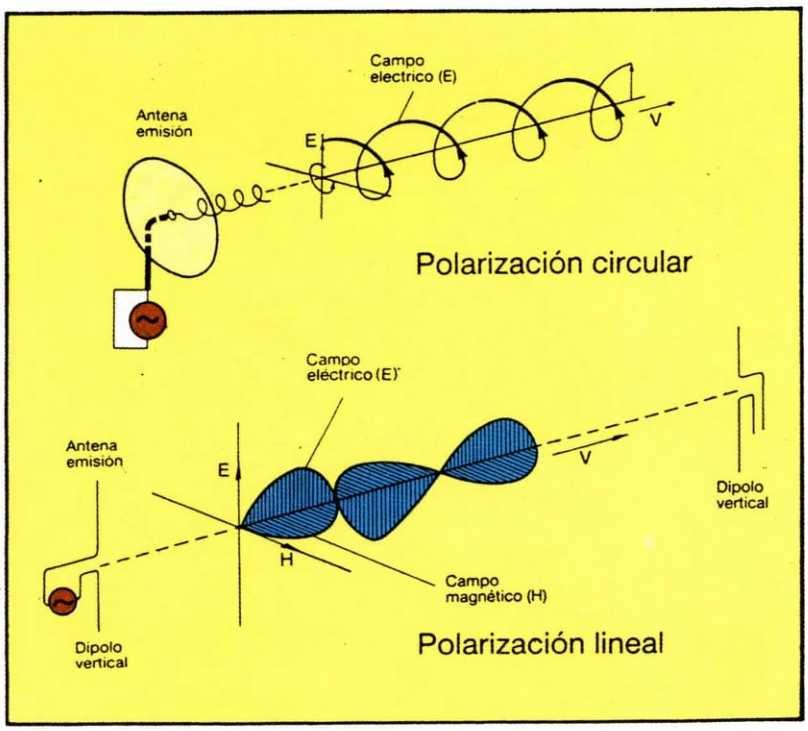
Vemos que tal montaje no resulta nada complicado, pero... nos hemos reservado para el final algo que ya habrán adivinado: el ajuste de orientación.

En una instalación normal de antena directiva no tiene ninguna dificultad su orientación y es conocida por todos, por lo que no haremos ningún comentario, salvo que la directividad de estas antenas podría estar entre los ± 20° de azimut y elevación y así puede orientarse de cualquier manera, pero... ¿si el ángulo de directividad lo reducimos a menos de ± 1°, qué ocurrirá? Y además, ¿hacia dónde la orientamos? Estas incógnitas serán las que trataremos de resolver ahora. Es aquí

Esquema en bloques de un conversor o unidad exterior. La «mezcla» de la señal recibida y la del oscilador local proporciona señales de salida con una frecuencia comprendida entre 0,95 GHz y 1,75 GHz, las cuales se harán pasar posteriormente al sintonizador.

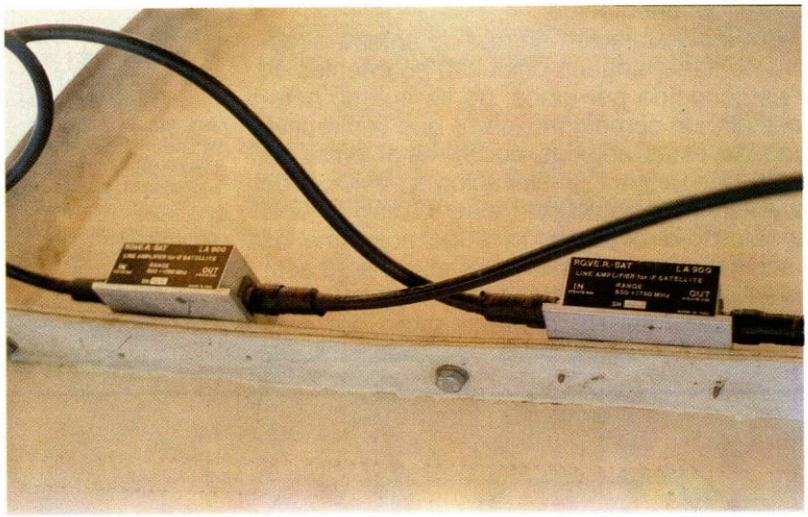


Dos detalles de los sistemas de polarización: circular: a izquierda o derecha, y lineal: horizontal o vertical. La polarización a elegir dependerá del canal seleccionado.

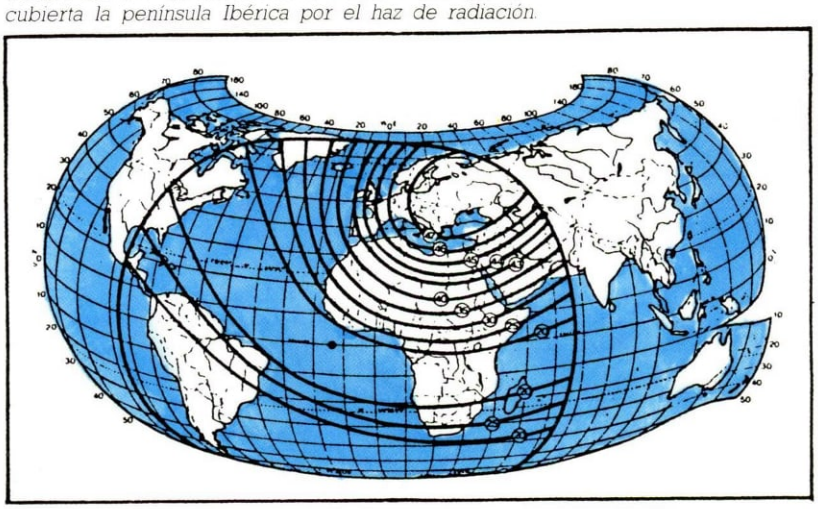


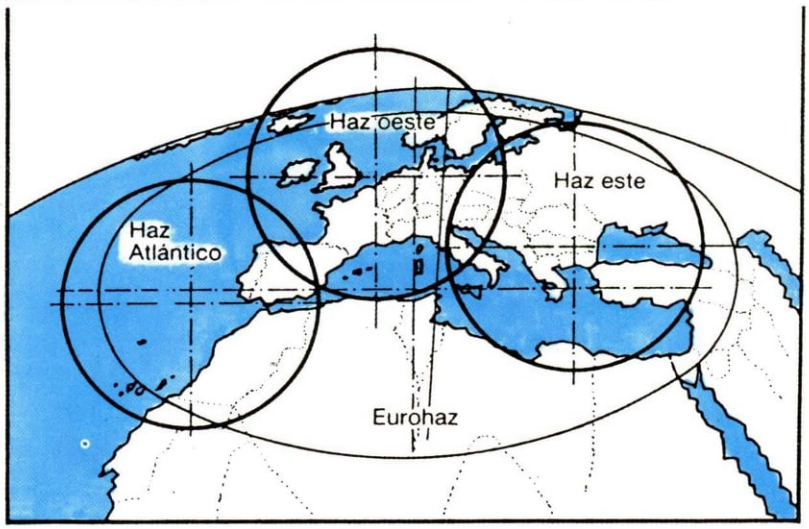
Dos amplificadores de línea, instalados en este caso en el lado posterior de la parábola, para una vez amplificada, hacérsela llegar al sintonizador situado a gran distancia de la antena.

donde se encuentra lo más difícil de toda la instalación y lo que podría ocasionar los mayores fracasos, aun de los mejores profesionales del tema, pero tampoco hay que asustarse, pues en la mayoría de los casos lo que falta es información de cómo hacer un ajuste casi perfecto; por ello trataremos de dar la suficiente para no tener problemas.



Detalle del haz de los satélites, vemos cómo queda cubierta la península Ibérica por el haz de radiación.





Ya indicamos las posiciones orbitales que tienen los satélites utilizados; después de elegir el satélite que deseamos recibir, bien el Intelsat V o el ECS1, tendremos que dirigir la parábola hacia él, pero primero hay que calcular el ángulo de elevación que tendremos que dar a la antena y la dirección o azimut. Normalmente los distribuidores de los equipos disponen de las tablas de valores de los ángulos necesarios en cada región y provincia; no obstante, estos ángulos pueden ser calculados, pero es imprescindible conocer las coordenadas de la zona donde se colocará la antena, las cuales se pueden conseguir a través de los mapas del Instituto Geográfico y Catastral. Cuanto mayor sea la precisión de las coordenadas más preciso será el ajuste de antena.

Tirante que además de sujetar la parábola sirve para ajustar y fijar el ángulo de elevación necesario para captar las señales del satélite elegido.

Cálculo del ángulo de azimut

Para calcular el ángulo de orientación lateral con respecto al Norte terrestre, bastará con aplicar la siguiente ecuación:

$$tg^{-1}\,\alpha = \frac{tg\,\omega}{sen\,\varnothing}$$

Donde:

ω = posición orbital del satélite menos la longitud donde está situada la antena.

$\varnothing$ = latitud (también en grados) del lugar.

Como estamos en el hemisferio Norte, y los satélites están en el Ecuador, al valor de α habrá que sumarle 180° para representarlo en una bitácora o brújula. Pongamos un ejemplo: recibir al satélite Intelsat V (posición orbital 27,5° W) en el aeropuerto de Madrid.

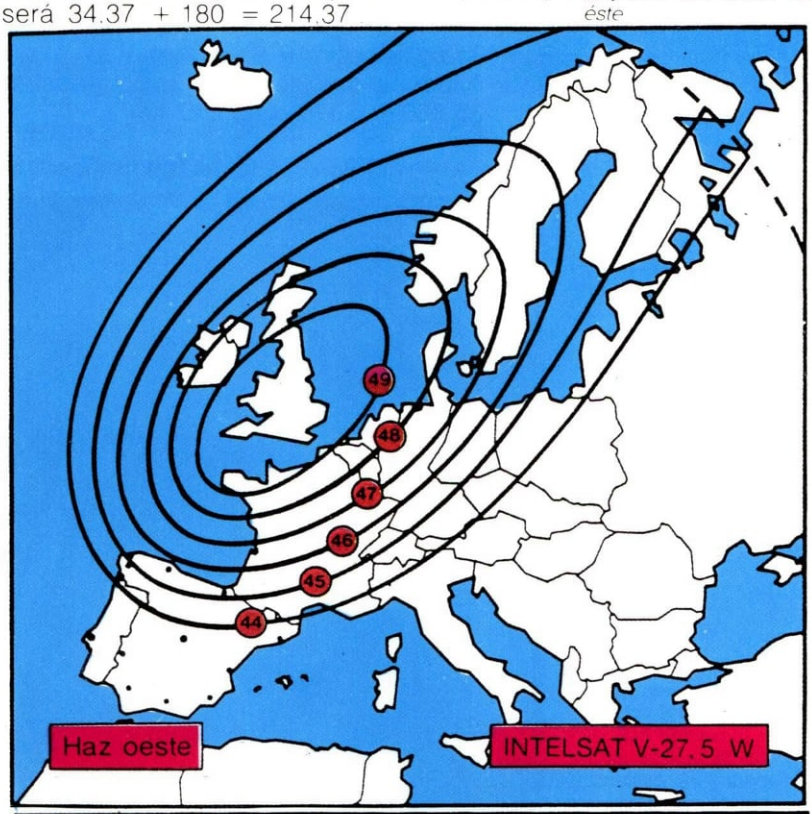
Las coordenadas de Madrid (aeropuerto) son: latitud 40,46° Norte, longitud 3,56° W.

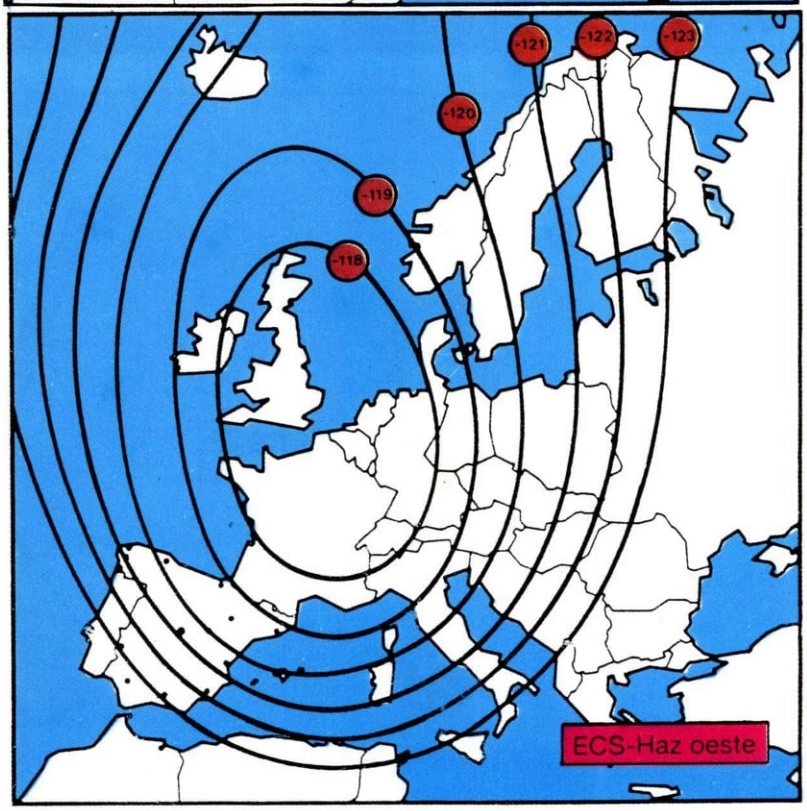
ω = 27,5° W − 3,56° W = 23,54° W, tendremos:

$$tg^{-1}\,\alpha = \frac{0{,}4439}{0{,}6484} = tg^{-1}\,\alpha\ 0{,}6841 = 34{,}37°$$

Por tanto, el ángulo que deberá formar la línea focal de la parábola y el Norte (azimut) será 34,37 + 180 = 214,37

La proyección del haz de emisión sobre la superficie de la Tierra tiene forma elíptica, por lo que el nivel de señal disminuirá a medida que nos alejemos del centro de éste





Angulo de elevación

El cálculo del ángulo de elevación es algo más complicado, pero con un poco de paciencia no ofrecerá ningún problema.

$$\text{sen}^{-1}\,\Theta = \frac{R\cos\varnothing\cos\omega - R_o}{R^2 + R_o^2 - 2R_oR\cos\varnothing\cos\sqrt{}}$$

Donde:

R_o = Radio terrestre = 6.370 km.

R = Altura del satélite más el radio terrestre: 35.860 + 6.370 = 42.230 km.

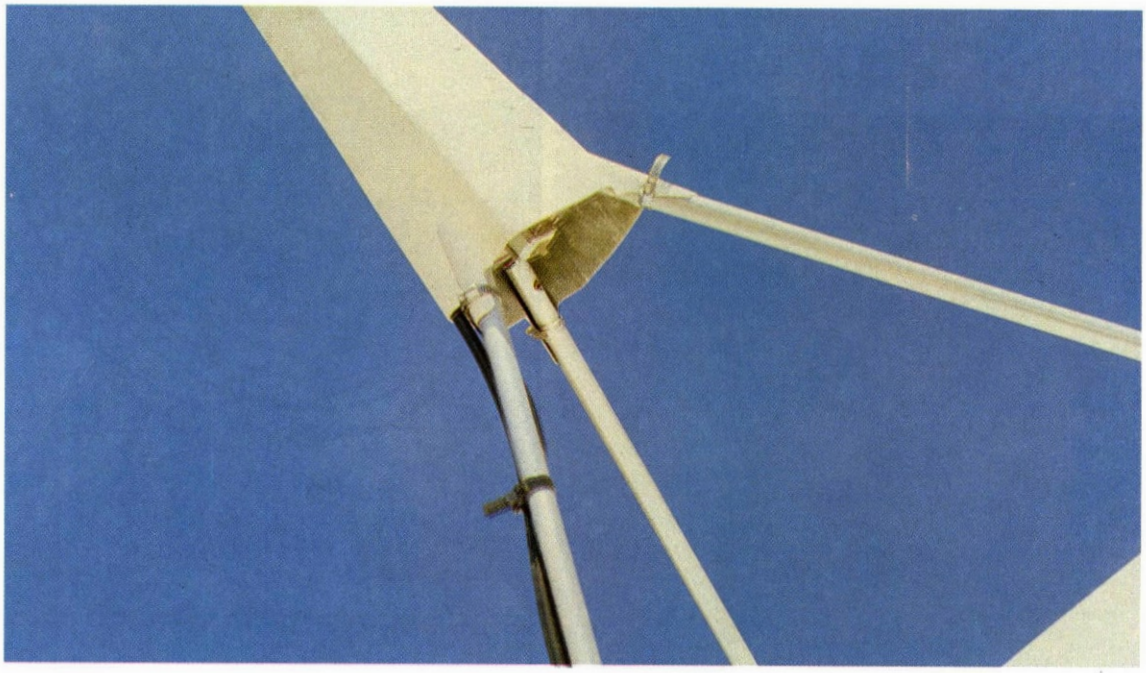
Con los valores anteriores tendremos:

$$\text{sen}^{-1}\,\Theta = \frac{22.996}{38.075} = \text{sen}^{-1}\,\Theta\ 0{,}6039 =$$

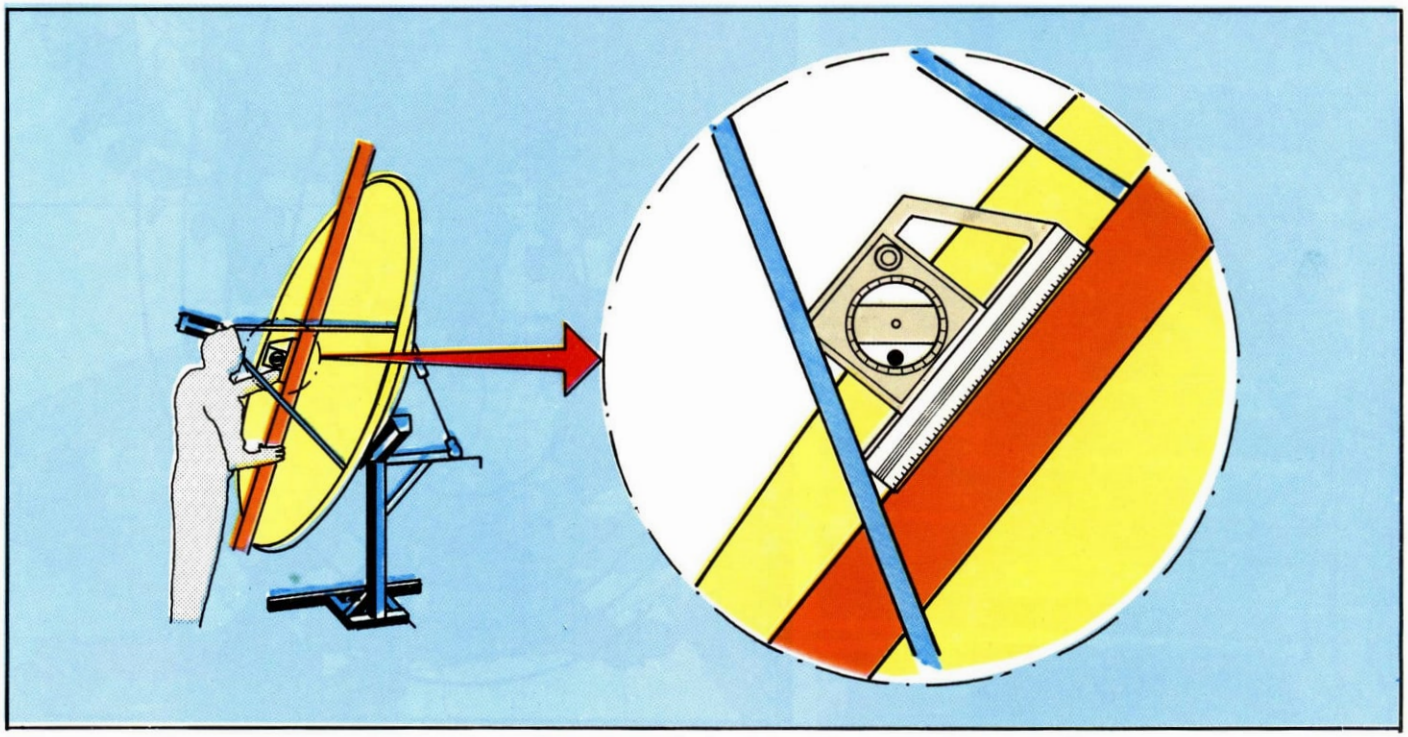
$$= 37{,}15^\circ \text{ de elevación}$$

Para colocar la parábola con el ángulo calculado hay que utilizar un «inclinómetro», tal como muestra uno de los dibujos. Este tipo de instrumento es bastante caro, por lo que si no se dispone de uno habrá que ingeniarse algún sistema de medida angular del que se obtenga suficiente precisión.

Con los tirantes posteriores de sujeción de la parábola, que permiten un giro más que suficiente, se ajustará y fijarán los ángulos calculados.



Detalle de la unidad exterior o conversor, situado en el foco de la parábola. Se encarga de reducir la frecuencia de las señales y amplificarla lo suficiente para hacerla más manejable.



Dos detalles de la nivelación del ángulo de elevación con el inclinómetro. Este aparato es bastante caro, por lo que no estará al alcance de todos los bolsillos.

CONTROL PARA TIMBRES

Hubo una época donde la figura de una puerta acompañada de un «ingenioso mecanismo» en ella instalado, para «aporrearla», eran inseparables. Golpeando con tan singular artilugio se avisaba a los moradores del deseo de ser atendido. Debía ser horrible aguantar la llamada del nervioso e impaciente pretendiendo echar la «casa abajo» dando golpes a la puerta...

Desde entonces ha transcurrido mucho tiempo. Ahora con sólo pulsar un botón, un «diminuto invento» alerta a los residentes de que alguien se encuentra llamando en la puerta. Pero el problema de los nerviosos e impacientes aún continúa, pues hasta ahora no hay nada que les neutralice. Por ello proponemos un pequeño montaje para controlar los timbres eléctricos: bastará con accionar el pulsador una sola vez, durante el tiempo que se quiera, para que después de aproximadamente un segundo el timbre deje de sonar y no volverá a hacerlo hasta transcurridos varios segundos después de soltar el pulsador, por lo cual cuantas más veces se pulse sin que suene, más se demora la posibilidad de oírlo. Ocurre lo mismo que con los timbres «ding-dong», donde casi nunca suena el «dong» a su debido tiempo porque se queda «pegado» el dedo en el pulsador, y cuando se suelta y suena ya es demasiado tarde.

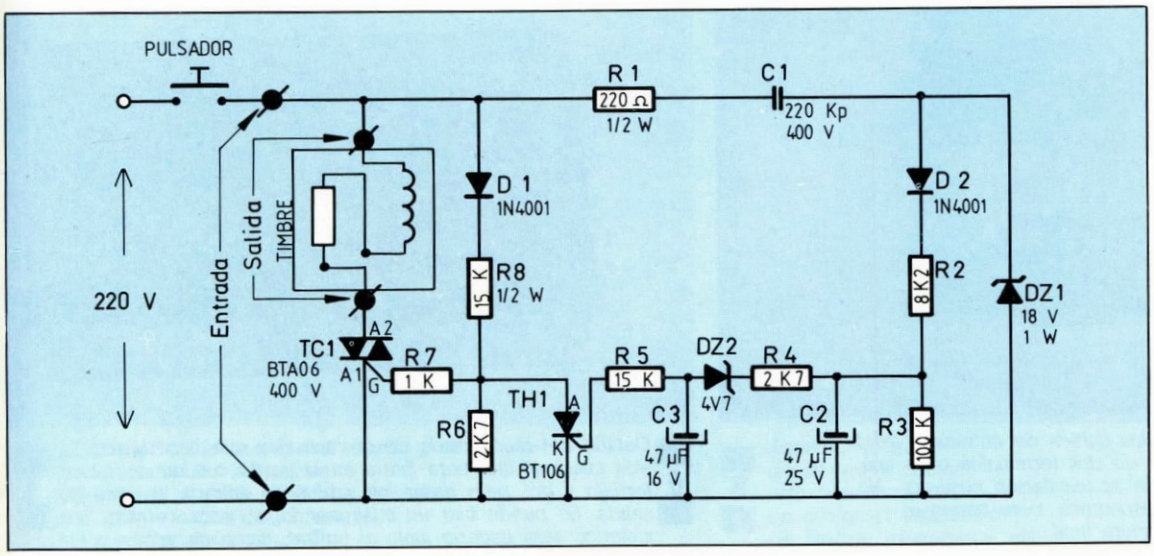
Instalar este montaje resulta ideal, pues armoniza su sonido.

Funcionamiento del circuito

Como se puede observar en el esquema del circuito, no hay fuente de alimentación, pues éste se alimenta directamente de la red y sólo cuando se acciona el pulsador del timbre.

Se trata pues de conseguir que la bobina del timbre esté alimentada durante un tiempo determinado, permaneciendo luego el timbre mudo e insensible a posteriores requerimientos hasta pasado un tiempo prudencial.

El circuito dispone de una red RC, que controla el disparo de un triac, que a su vez maneja la corriente a través de la bobina del timbre. Para ello la resistencia R1 y el condensador C1 atenúan la tensión hasta un valor de 18 V. El zener DZ1, además de estabilizar el referido voltaje, provoca la circulación de corriente en los dos semiciclos de la ten-



Esquema general del control del timbre. En él vemos cómo el triac está colocado «en serie» entre el pulsador y el timbre, el cual permitirá o no circulación de corriente a través de la bobina.

sión de la red a través de C1, evitando que éste se quede cargado.

La tensión alterna así conseguida es rectificada por D2 para alimentar el condensador C2 a través del divisor formado por las resistencias R2 y R3. Inicialmente el circuito está en reposo, por lo que C2 estará descargado. Al pulsar, se establece una corriente relativamente grande a través de R2, decreciendo mientras aumenta la tensión en C2. Después de varios períodos de la red, la tensión habrá crecido lo suficiente como para circular corriente por DZ2, cargar C3 y disparar el tiristor TH1.

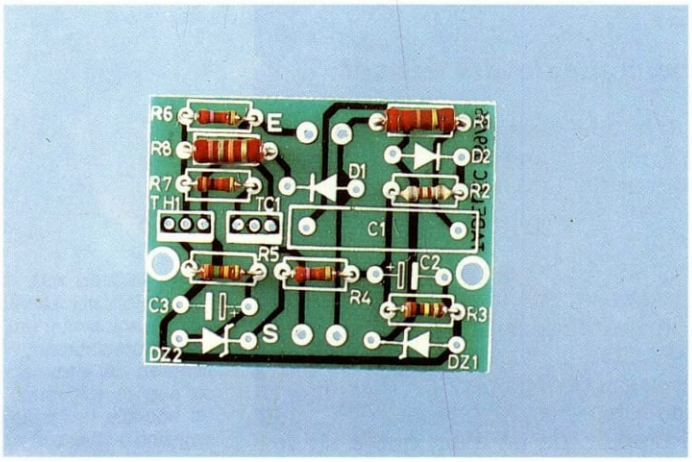
Hasta este momento el triac TC1 se encontraba conduciendo, pero solamente en los semiciclos positivos, gracias a la polarización efectuada por D1, R6, R7 y R8. Al dispararse el tiristor TH1, la puerta (G) del triac se colocará al mismo potencial que el terminal A1, con lo que dejará de conducir, y el timbre se detendrá, aunque no se haya soltado aún el pulsador. Si el timbre es un «ding-dong», sonará en ese momento el «dong».

Después de soltarlo aún permanecerán cargados C2 y C3; si volvemos a pulsar, conducirá inmediatamente el tiristor TH1, impidiendo que suene de nuevo. Por tanto, no será posible hacer nuevas llamadas hasta transcurridos unos segundos. Así evitaremos que los nerviosos e impacientes insistan cuando ya ha sonado el timbre.

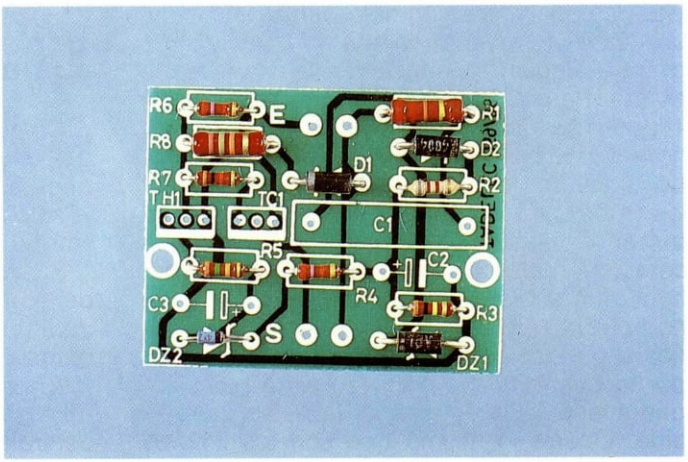
Puesta a punto

Aunque el circuito no tiene ningún ajuste, sí precisa de algunas consideraciones.

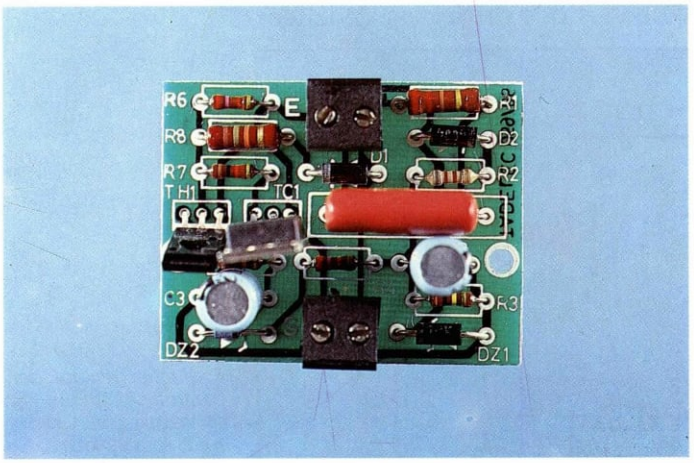
Anteriormente se dijo que el triac conduce solamente en los semiciclos positivos de la red, medidos entre el ánodo del diodo D1 y el terminal de salida del triac, y es cierto, pero ¿qué razón hay para rectificar la tensión de



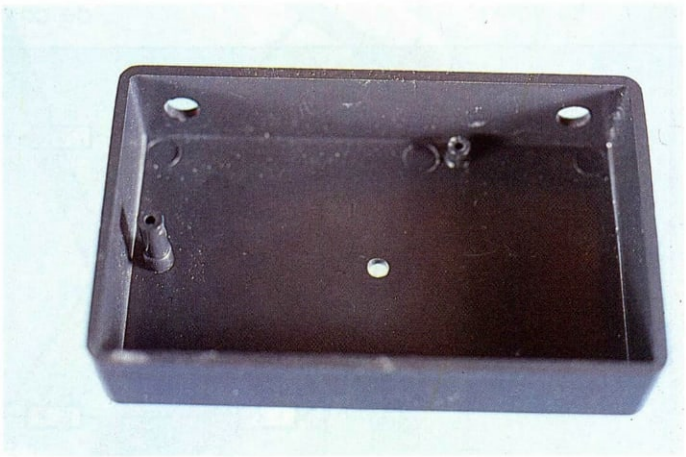
1 *Una vez seleccionadas las resistencias, insertarlas en sus respectivos taladros y soldarlas. Hay dos resistencias que se distinguen perfectamente del resto por ser algo más grandes. Se trata de dos resistencias de 1/2 W, son R1 y R8.*



2 *Colocadas ya las resistencias insertar los diodos, pero no confundir el diodo Zener de 18 V con los diodos D1 y D2, pues son iguales físicamente y no sería de extrañar su confusión. El otro Zener no presenta ningún problema de confusión, porque es totalmente distinto.*



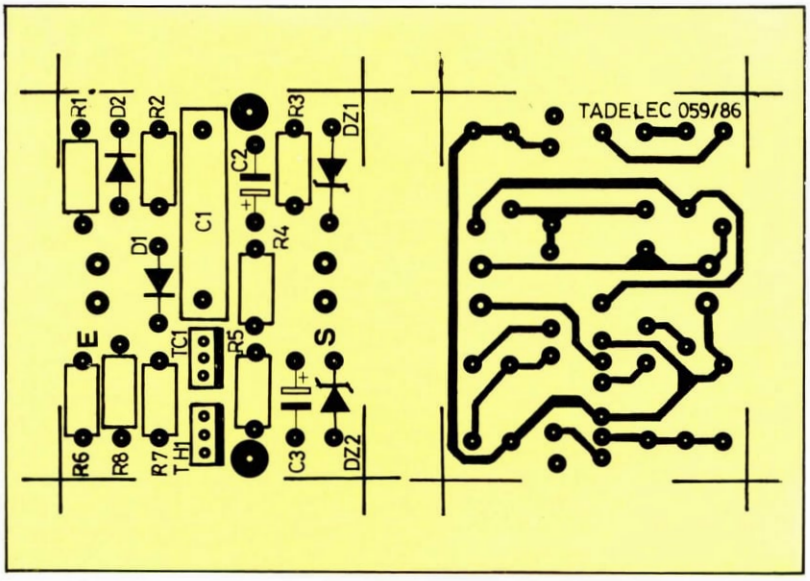
5 *Para la conexión de los cables de entrada y salida se soldarán dos regletas de dos terminales cada una. Resultará muy práctica su instalación posterior. No quedarían mal unos espadines, pero tienen el problema de la soldadura final.*



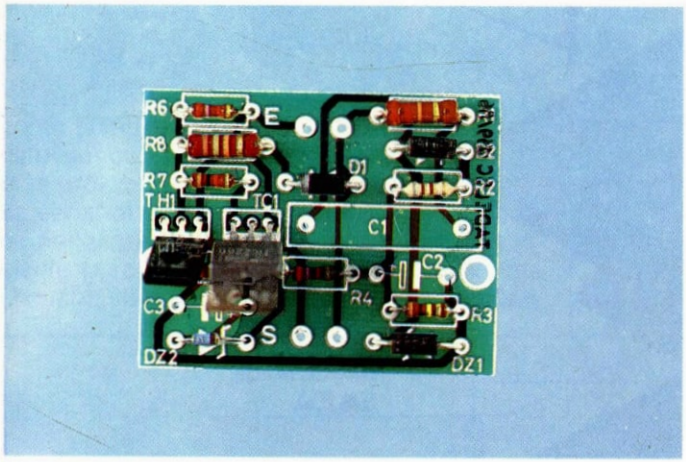
6 *Detalle del mecanizado de la caja. Hay que hacerla tres taladros: uno para fijarla en la pared con un tornillo y dos para pasar los cables de entrada y salida. Se puede fijar en cualquier lugar, pero lo más práctico será hacerlo junto al timbre, campana, etc.*

salida? Rectificarla ninguna, pero si se le hace conducir en los dos períodos de la red, cortocircuitando D1, resultaría muy complicado el circuito para el estado de abierto o no conducción, y sin ninguna razón; ahora veremos por qué.

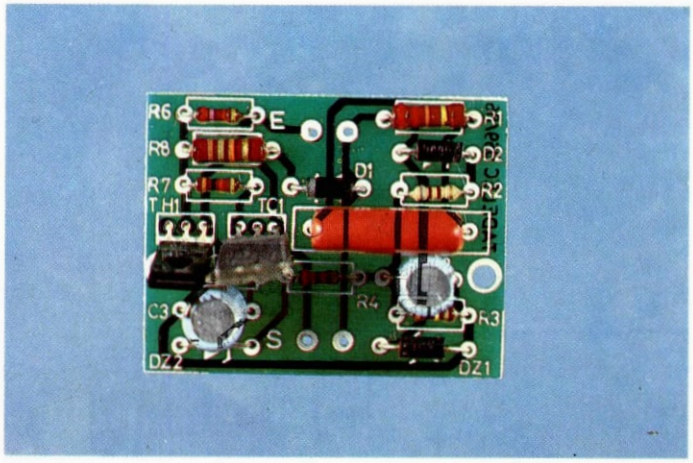
Todos los timbres disponen de dos entradas de tensión alterna: una de 125 V y otra de 220 V atenuada por una resistencia; pues bien, como el valor de salida de nuestro circuito es prácticamente la mitad de la tensión de entrada, por estar rectificada, podemos conectarla directamente a los 125 V de la bobina, sin pasar por su atenuación o resistencia. Si el timbre es «ding-dong», posiblemente se pueda conectar a la entrada de 220 V, pues el núcleo de la bobina solamente golpea los diapasones o campanas una vez al conectar la tensión y otra al desconectarla, por lo que todo dependerá de la fuerza que tenga el muelle de recuperación del núcleo de la bobina.



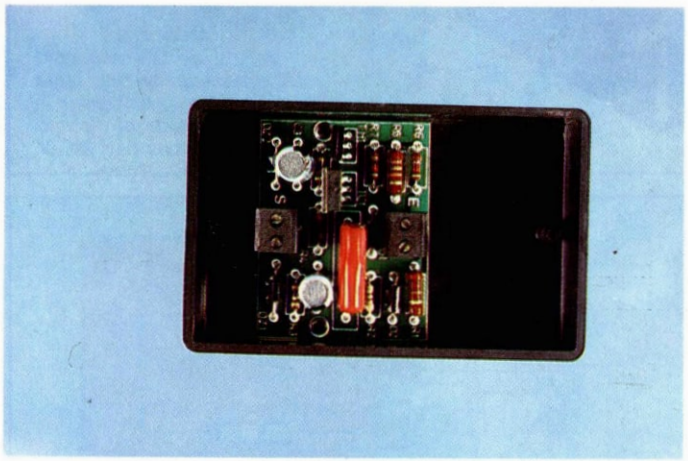
Serigrafía del circuito que nos muestra la situación de los componentes y circuito impreso visto por la cara del cobre.



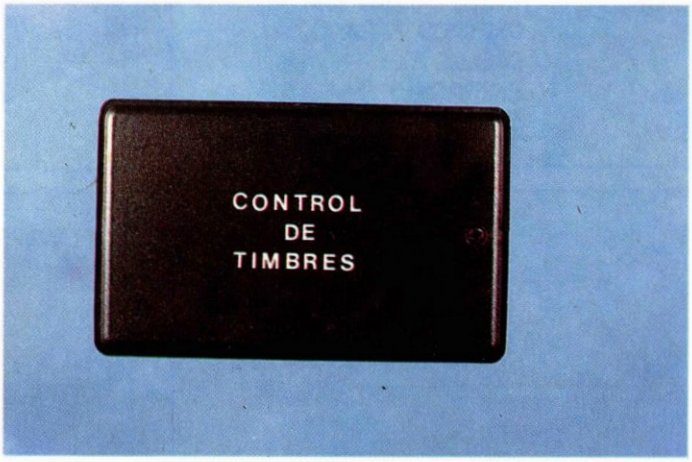
3 *A continuación colocar y soldar en sus respectivos lugares el triac y el tiristor. La serigrafía nos muestra las posiciones que han de ocupar, por lo que no habrá ninguna duda en la inserción. Como siempre, hay que tener precaución por el exceso de temperatura al soldarlos.*



4 *Insertar y soldar los condensadores. Dejar para el final el más grande. ¡Cuidado con los electrolíticos! ¡No cambiarlos de posición, pues tienen polaridad! En la serigrafía está dibujada su silueta así como su polaridad.*



7 *El interior de la caja queda amplio para poder manipular los cables de entrada y salida. ¡Ojo, son de 220 V, por lo que habrá de extremar las medidas de seguridad!*



8 *Aspecto definitivo de la caja y circuito listo para funcionar en cualquier instalación de timbre, «ding-ding», etc.*

LISTA DE COMPONENTES

R1-Resistencia de 200 Ω 1/2 W (Rojo, negro, marrón).
R2-Resistencia de 8K2 1/2 W (naranja, rojo, rojo).
R3-Resistencia 100K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R4-Resistencia 2K7 1/4 W (rojo, violeta, rojo).
R5-Resistencia 15K 1/4 W (marrón, verde, naranja).
R6-Resistencia 2K7 1/4 W (rojo, violeta, rojo).
R7-Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R8-Resistencia 15K 1/2 W (marrón, verde, naranja).

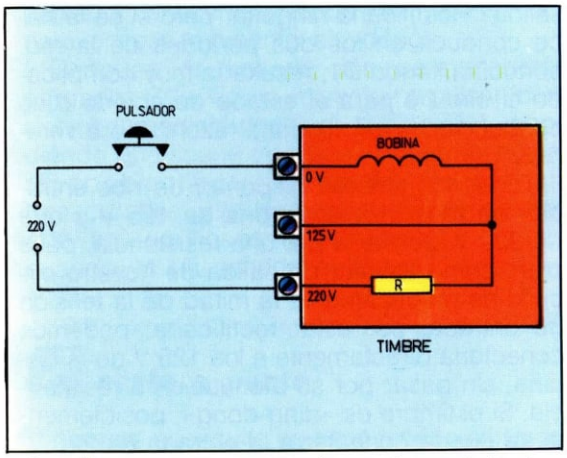
C1-Condensador de 220 nF, 400 V.
C2-Condensador electrolítico de 47 μF, 25 V.
C3-Condensador electrolítico de 47 μF, 16 V.

SEMICONDUCTORES

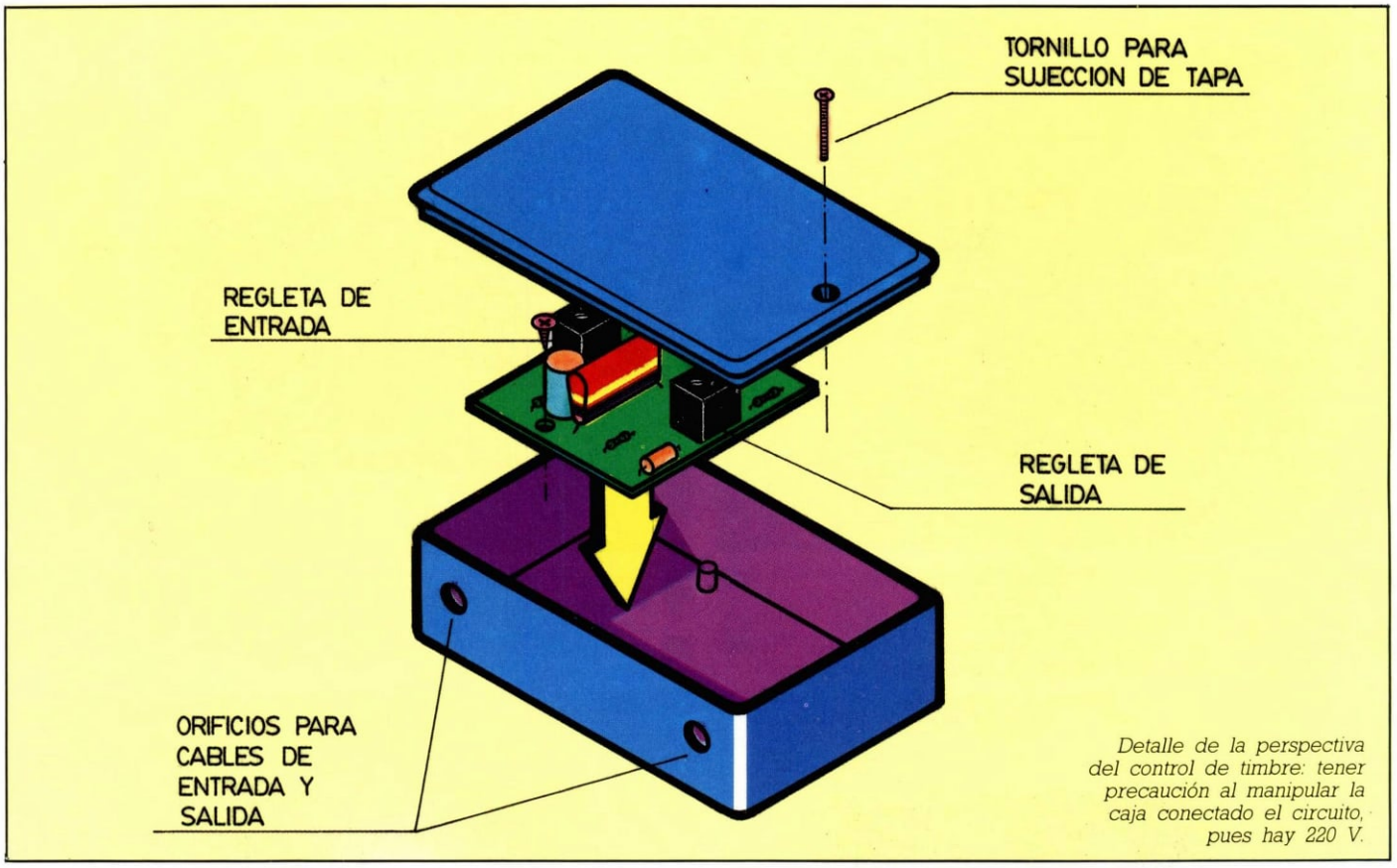
D1-Diodo 1N4001.
D2-Diodo 1N4001.
DZ1-Diodo Zener 18 V, 1 W.
DZ2-Diodo Zener 4,7 V, 400 mW.
TH1-Tiristor BT106.
TC1-Triac BTA06-400 o TIC 226D.

VARIOS

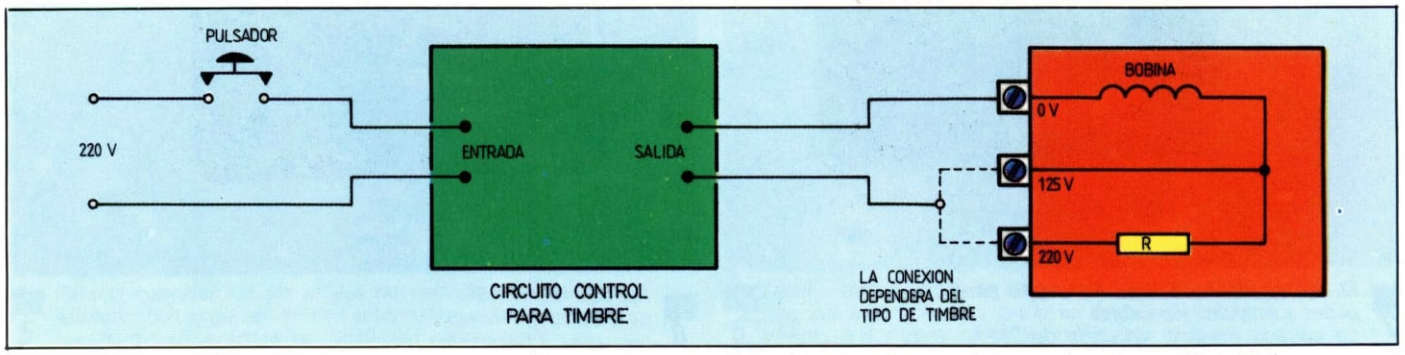
— 2 regletas de conexiones eléctricas (clemas) de 2 conexiones para C. Impreso.
— Tornillos de sujeción.
— Separadores para circuito impreso.
— Una caja PP6.



Este diagrama nos muestra cómo está conectado el timbre de la vivienda, para así hacernos una idea de cómo habrá que «intercalar» nuestro circuito.



Detalle de la perspectiva del control de timbre: tener precaución al manipular la caja conectado el circuito, pues hay 220 V.



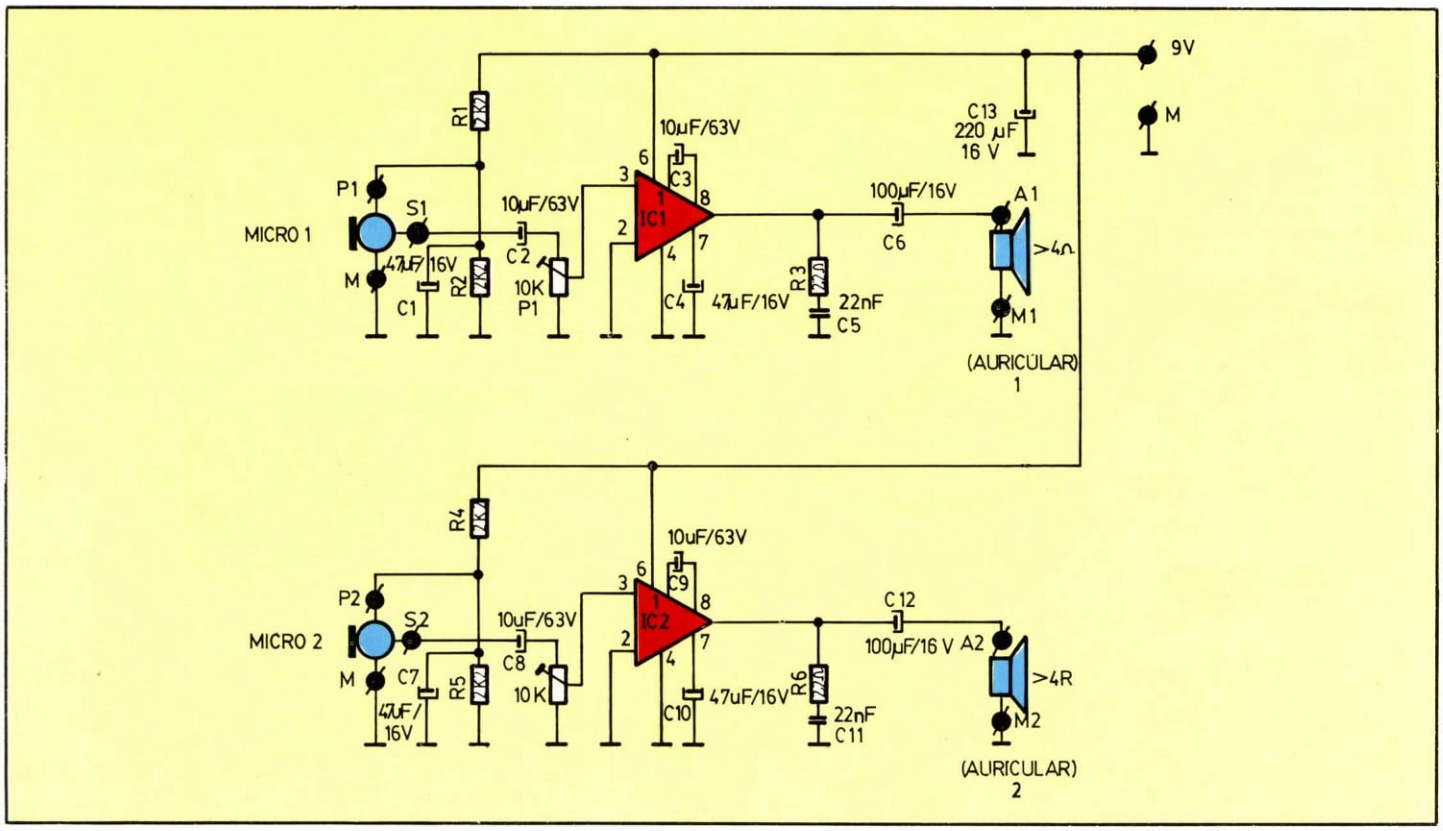
Las conexiones que hay que efectuar son muy sencillas: basta conectar los cables que iban al timbre, a la entrada del control, y su salida, a la entrada del timbre. Los cables no guardan ninguna polaridad, salvo la indicada.

INTERCOMUNICADOR PARA MOTORISTAS

Para todo el que esté un poco introducido en el mundillo del motorismo, o simplemente haya viajado en moto, aunque sólo fuera de acompañante, es de sobra conocido el problema de comunicarse entre dos personas subidas a una misma máquina; al ruido que el propio motor produce se le suma el generado por el rozamiento del aire, y el efecto atenuador del casco, que por fundados motivos de seguridad se debe llevar siempre colocado, aunque la cilindrada de la moto sea reducida y se circule por el interior de una ciudad.

Es necesario un equipo que capte el máximo de voz y el mínimo de ruido; esto se consigue situando el micrófono lo más próximo posible a la boca del motorista. La señal que entrega el micrófono es débil y es necesario amplificarla hasta un nivel suficiente para que el acompañante realice una escucha cómoda en su auricular. Pero la sensibilidad del conjunto no puede ser muy elevada, pues captaría mucho ruido, además se reduce por este motivo el ancho de banda del amplificador, ya que es suficiente para establecer una comunicación hablada.

El intercomunicador ha de ser doble y, por tanto, tendrá dos canales: uno de motorista a acompañante y otro de acompañante a moto-



Esquema eléctrico del intercomunicador para motoristas.

rista; cada uno tendrá un auricular y un micrófono. El volumen será ajustable e independiente para adaptarse al nivel de ruido y a las características auditivas de cada individuo.

El peso y tamaño del equipo serán lo más reducidos posible.

Las condiciones de seguridad en la conducción no se mermarán por la utilización de este equipo.

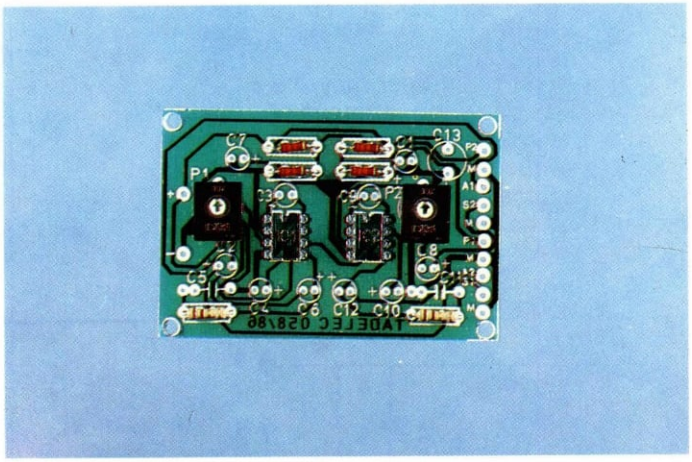
Los diferentes tipos de alimentación empleados para las motocicletas, y la posibilidad de utilizarlo en una u otro, hace que el equipo se tenga que alimentar por baterías secas (las vulgares «pilas»).

Y finalmente, como debe ser todo diseño, con un máximo de calidad, pero lo más barato posible.

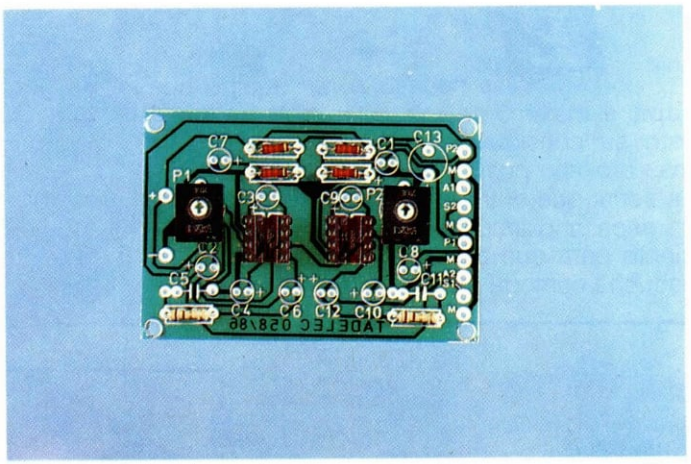
El circuito eléctrico

El micrófono elegido es del tipo «electret» debido a su reducido tamaño, alta calidad y bajo precio. Se polariza con la red formada por las resistencias R1, R2 y el condensador C1. La señal eléctrica producida por el sonido captado sale por la patilla S, a través de un condensador de desacoplo, y de un potenciómetro de volumen se lleva hasta la entrada del amplificador de potencia de audio. Este amplificador está formado por el circuito integrado LM386 de National Semiconductor y unos pocos componentes externos. El condensador C3 fija la ganancia. La red R3, C5 evita oscilaciones en frecuencias altas. El valor del condensador de desacoplo situado entre la salida del amplificador y el auricular se ha reducido para limitar el ancho de banda.

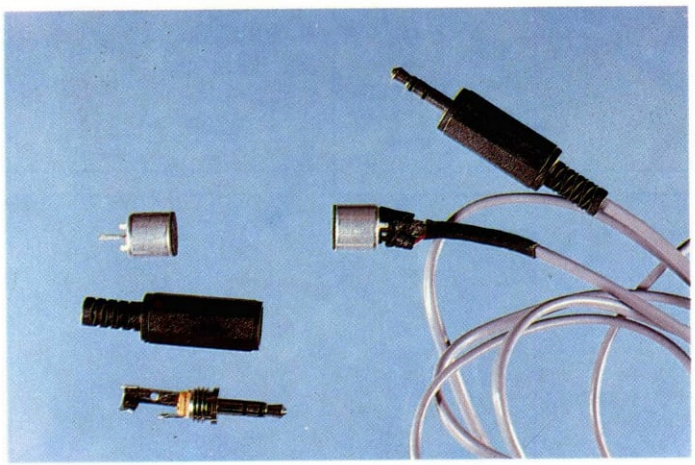
Como auricular se ha elegido uno muy conocido y utilizado ya desde hace años en los receptores de radio transistorizados, conocido con el popular nombre de «sonotone» por tener un aspecto similar a los primeros auténticos sonotones; su precio es muy bajo y al emitir el sonido concentrándolo hacia el inte-



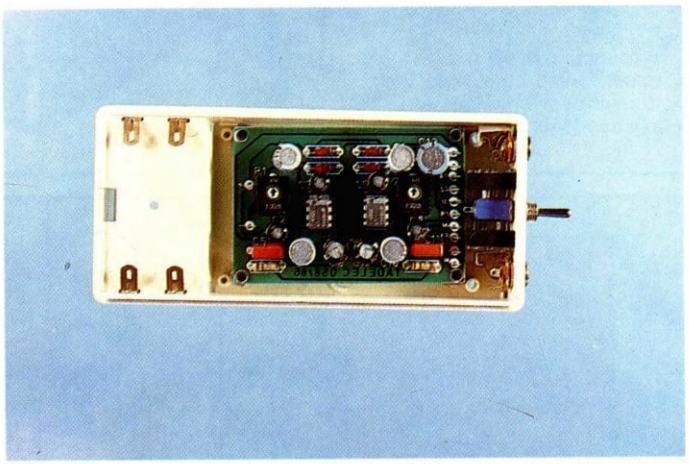
1 *Este montaje, por su sencillez, bajo coste y sin ajustes, es muy adecuado para principiantes. Las resistencias son fáciles de identificar por ser de dos tipos solamente. Los potenciómetros de ajuste de volumen se sueldan directamente al circuito impreso.*



2 *Los circuitos integrados son componentes muy sensibles a las altas temperaturas que se aplican a sus patillas durante la soldadura. Para evitar problemas se soldarán dos zócalos, en los cuales se insertarán por simple presión dichos circuitos integrados.*



5 *El micrófono necesita un cable de conexión de dos conductores y malla; en el otro extremo se suelda una clavija estéreo. La malla del cable se une a la masa del micrófono y a la de la clavija, que corresponde al terminal más externo.*



6 *La primera operación que se realizará a continuación es la instalación de los conectores hembra en la caja. Posteriormente se tomará medida con la placa para hacer las perforaciones que permitan la sujeción de ésta al fondo de la caja.*

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

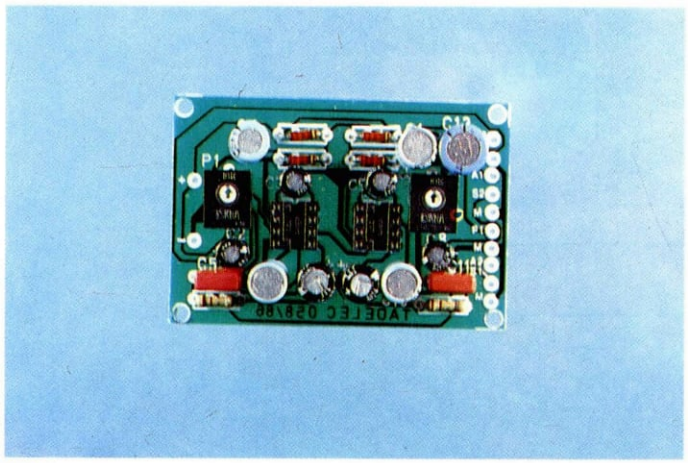
R1-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R2-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R3-Resistencia 2,2 Ω 1/4 W (rojo, rojo, oro).
R4-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R5-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R6-Resistencia 2,2 Ω 1/4 W (rojo, rojo, oro).

CONDENSADORES

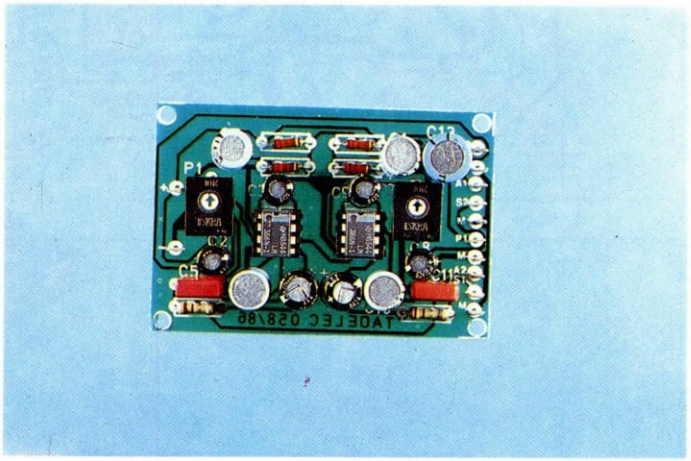
C1 -Condensador 47 µF electrolítico radial, 16 V.
C2 -Condensador 10 µF electrolítico radial, 63 V.
C3 -Condensador 10 µF electrolítico radial, 63 V.
C4 -Condensador 47 µF electrolítico radial, 16 V.
C5 -Condensador 22 nF poliéster.
C6 -Condensador 100 µF electrolítico radial, 16 V.
C7 -Condensador 47 µF electrolítico radial, 16 V.
C8 -Condensador 10 µF electrolítico radial, 63 V.
C9 -Condensador 10 µF electrolítico radial, 63 V.
C10-Condensador 47 µF electrolítico radial, 16 V.
C11-Condensador 22 nF poliéster
C12-Condensador 100 µF electrolítico radial, 16 V.
[illegible] 16 V.

VARIOS

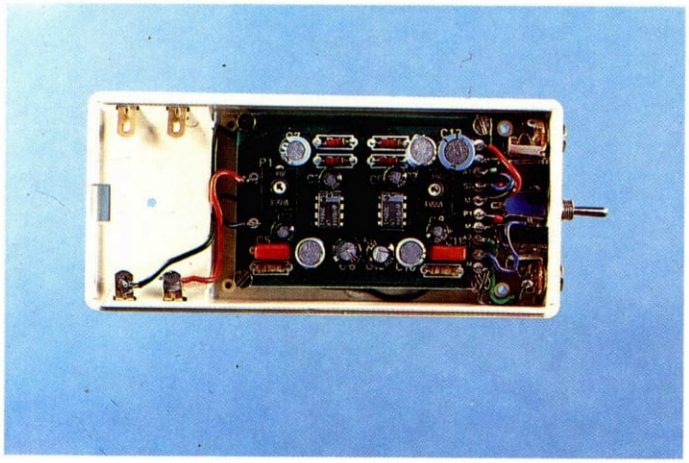
IC1-Circuito integrado LM386.
IC2-Circuito integrado LM386.
P1-Potenciómetro ajustable horizontal miniatura 10K.
P2-Potenciómetro ajustable horizontal miniatura 10K.
Micro 1-Micrófono «electret» de tres terminales.
Micro 2-Micrófono «electret» de tres terminales.
Auricular 1-Auricular tipo «sonotone» de impedancia mayor de 4 Ω.
Auricular 2-Auricular tipo «sonotone» de impedancia mayor de 4 Ω.
— 2 zócalos para circuito integrado de 8 patillas.
— 2 conectores tipo «jack» hembra mono de 3,5 mm de diámetro.
— 2 conectores tipo «jack» hembra estéreo de 3,5 mm de diámetro.
— 2 conectores tipo «jack» macho de 3,5 mm de diámetro.
— 2 conectores tipo «jack» macho estéreo de 3,5 mm de diámetro.
— 1 interruptor miniatura (o bien, pulsador miniatura).
— 12 terminales tipo espadín para circuito impreso.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 caja tipo PP5 (con portapilas).



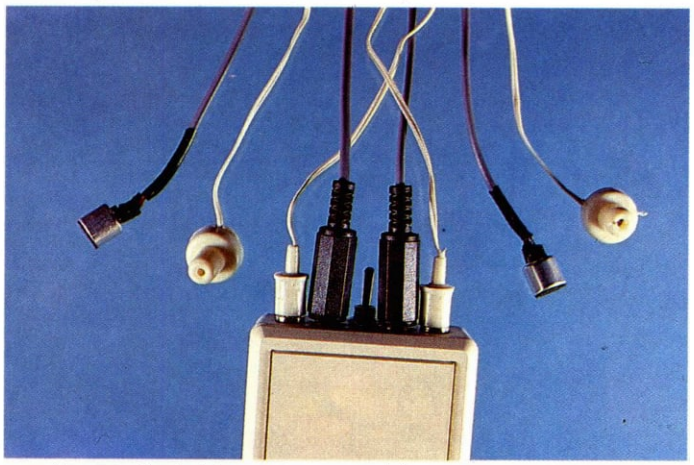
3 *Los dos condensadores de poliéster se instalarán sin preocuparnos de su orientación. Pero los electrolíticos tienen polaridad; la patilla de mayor longitud señala el polo positivo. También tienen indicaciones a lo largo del cuerpo del componente.*



4 *Para completar el montaje de la placa se colocarán en su lugar los circuitos integrados, respetando su orientación, para lo cual nos fijaremos en que su muesca coincida con la dibujada en la serigrafía. En último lugar soldaremos los terminales tipo espadín.*



7 *Es aconsejable cablear los conectores fuera de la caja dejando una longitud de cable de unos 4 cm, y luego instalarlos de nuevo. Se atornilla la placa. Se unen los cablecillos a la placa. El positivo al terminal +, y el negativo al −, pasando antes por el interruptor.*



8 *Aspecto final del aparato, antes del cierre se ajustara el volume de cada amplificador. Cada motorista tendrá un micrófono y un auricular, que por su reducido tamaño puede adaptarse a cualquier tipo de casco.*

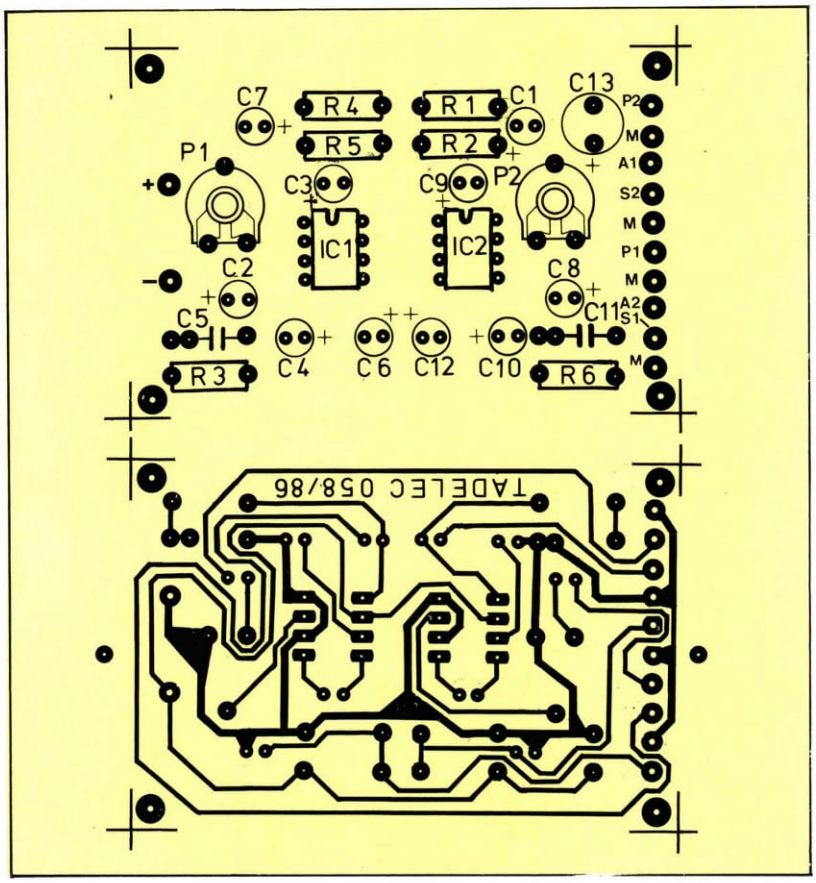
rior del oído y no radiar hacia fuera se evitan desagradables acoplamientos acústicos, pudiendo, al evitarlos, amplificar mucho las señales captadas por el micrófono.

El condensador electrolítico C13 es el filtro de alimentación, que además evita que ambos amplificadores se acoplen por este camino.

Montaje

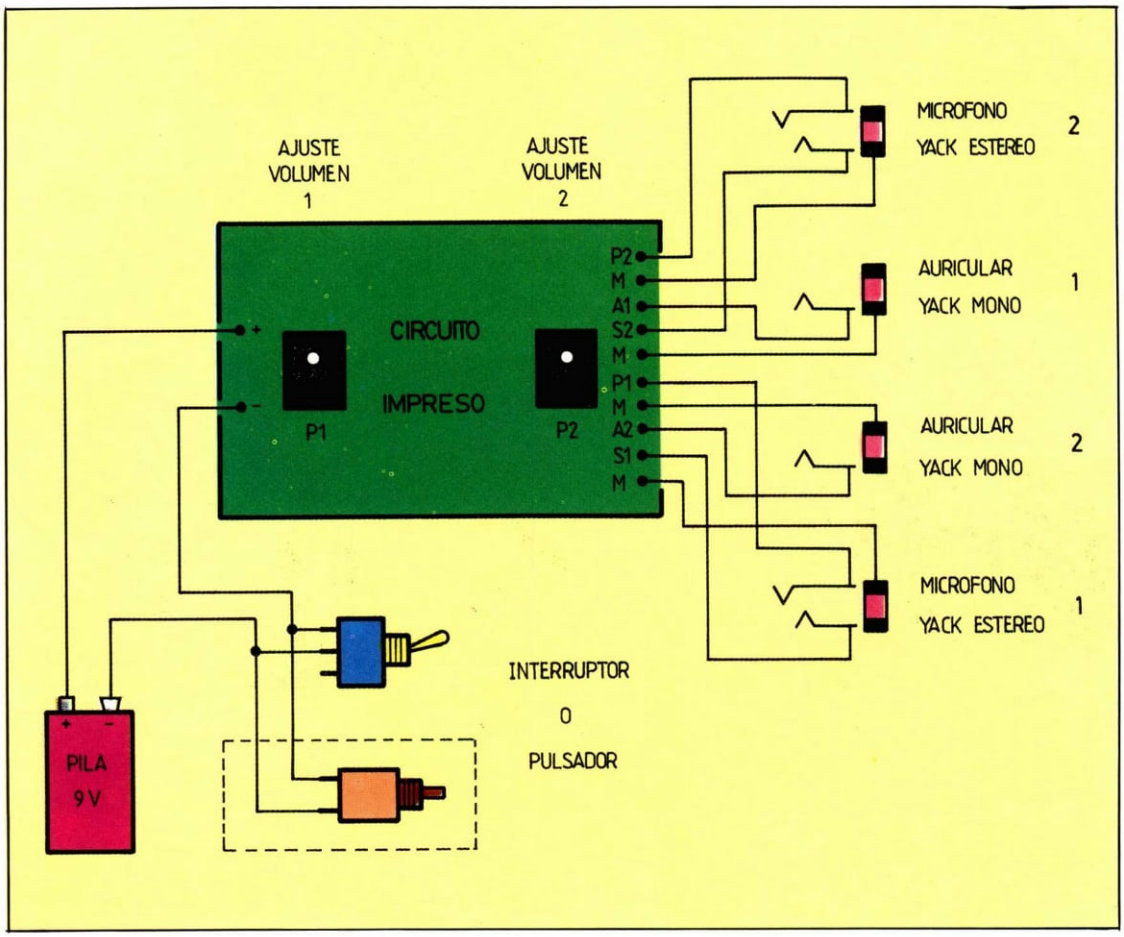
La utilización de circuitos integrados para los amplificadores evita el tener que realizar ajustes para que el aparato entre en funcionamiento. Los potenciómetros de volumen se actúan con un pequeño atornillador hasta alcanzar el nivel de audición deseado.

Si el volumen es excesivo y los auriculares



Circuito impreso del intercomunicador para motoristas y serigrafía de componentes del circuito impreso.

Diagrama de conexionado.



CIRCU

PORTAPILAS

están fuera del conducto auditivo, el sonido emitido por los mismos es captado por el micrófono. Este hecho recibe el nombre de *acoplamiento acústico;* se evita bajando el volumen.

Si se desea tener un fácil acceso a estos controles se pueden realizar sendos orificios en la tapa de la caja, enfrentados con ellos para la introducción de un pequeño atornillador.

Este aparato se pensó para ser sujetado a la cintura del motorista, y a un costado de éste, quedando así accesible al acompañante. El aparato debe desconectarse cuando no se utilice, para prolongar la duración de las pilas. Para personas despistadas es aconsejable sustituir el interruptor por un pulsador, que habrá que tener pulsado durante la conversación.

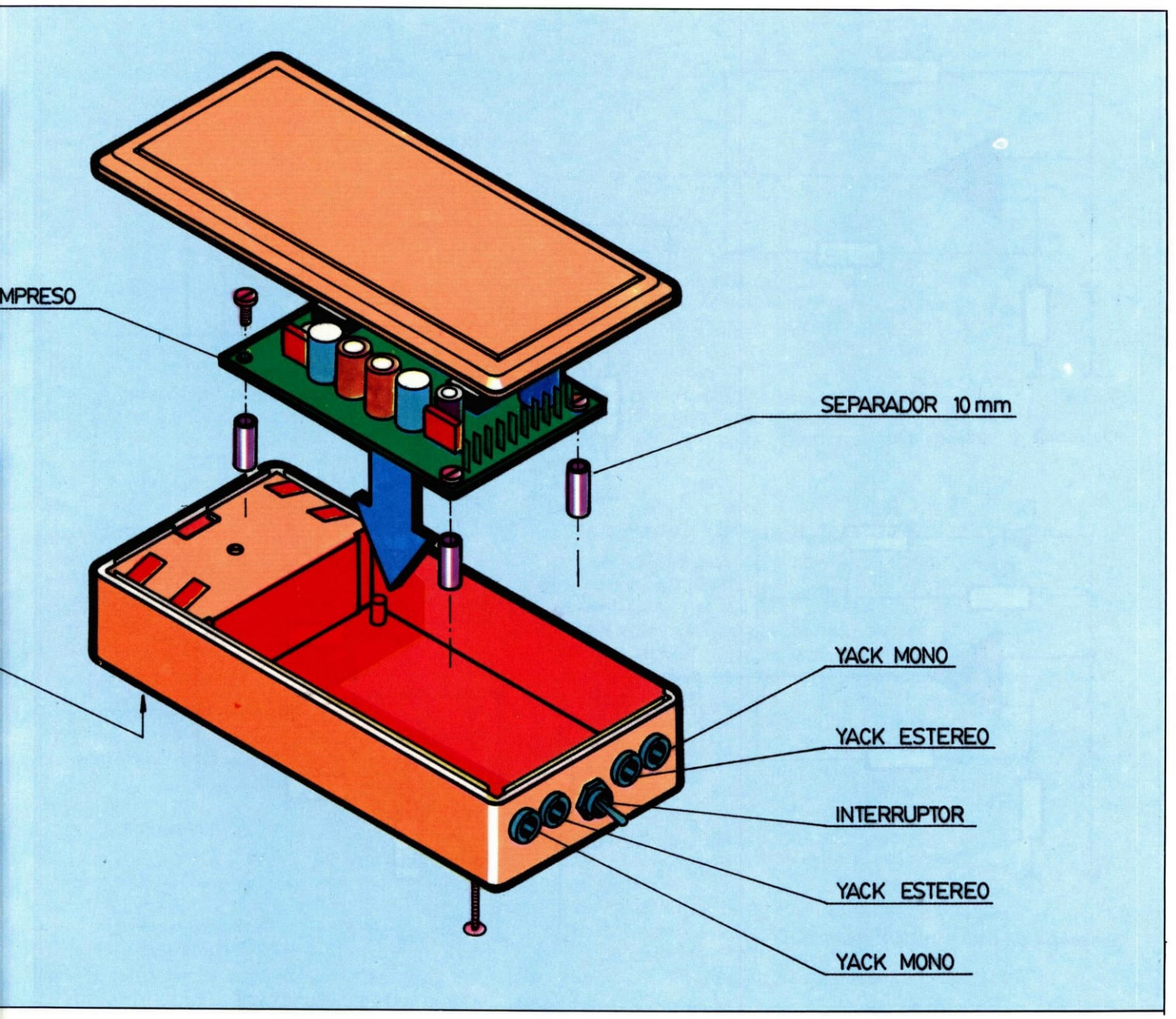
Algunos consejos

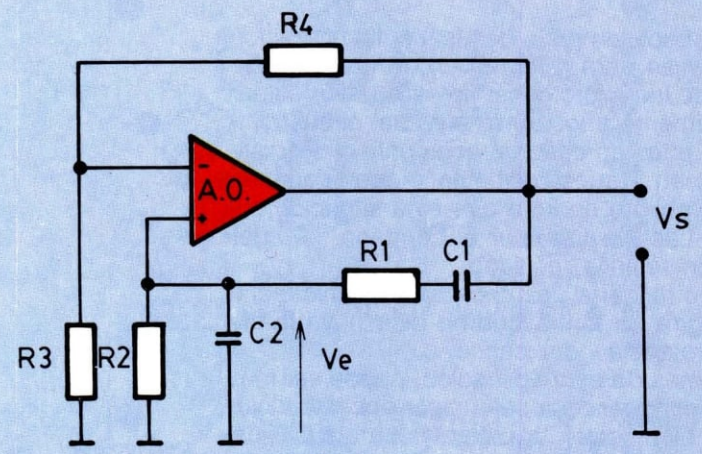
Es absolutamente necesario la utilización de clavijas para la conexión de los auriculares y de los micrófonos; no se pueden soldar directamente a los terminales del circuito impreso, pues en caso de accidente o despiste quedarían atados motorista y acompañante, con el peligro enorme que esta situación supone. Las clavijas, por el contrario, se sueltan con relativa facilidad.

Por otra parte, la ubicación del micrófono se elegirá de forma que no disminuya la eficaz protección del casco.

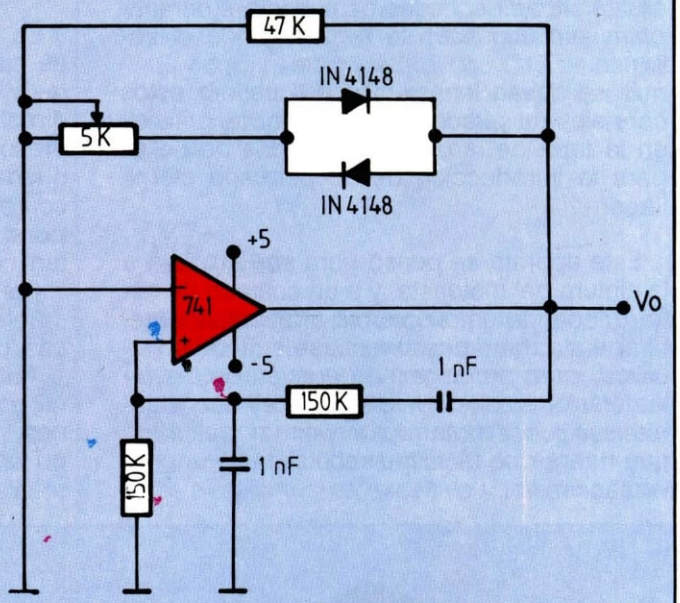
Además de esta aplicación, puede ser muy útil en el hogar para comunicar dos habitaciones, o bien ser un juguete más para sus hijos; en ambos casos, y como es lógico, se aumentará la longitud de los cables.

Despiece del intercomunicador para motoristas.

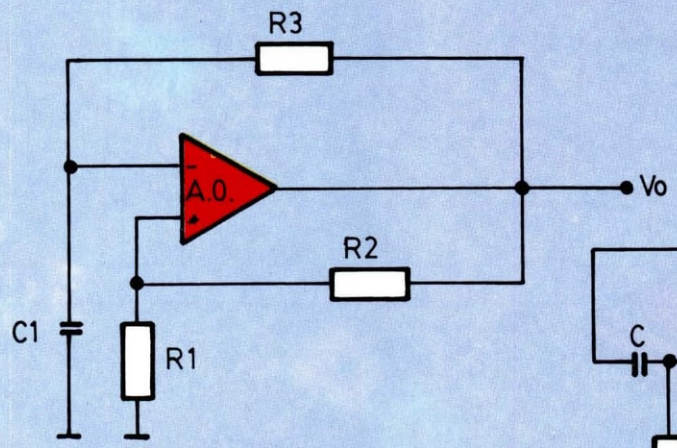




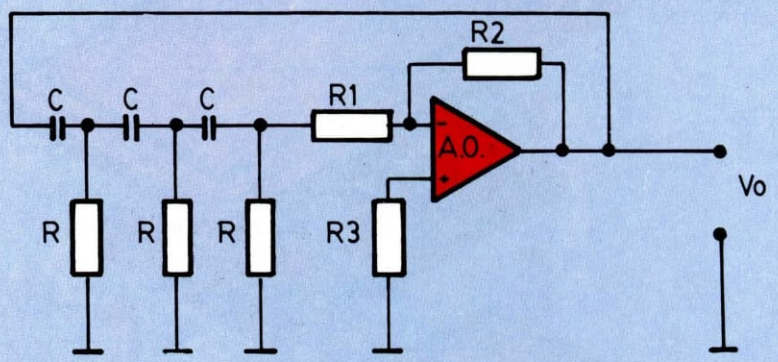
Oscilador en puente de Wien.



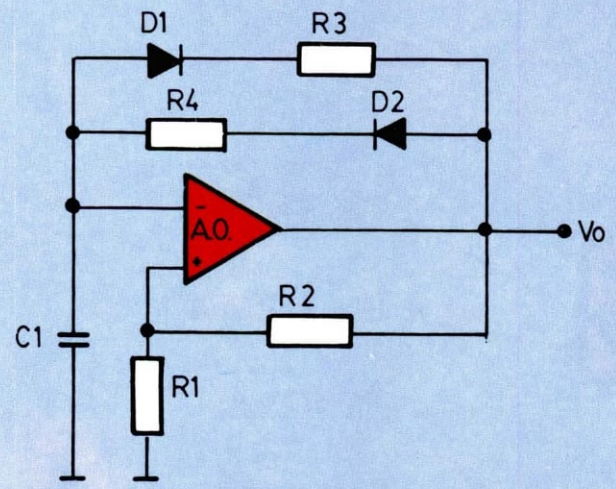
Esquema práctico de un oscilador en puente de Wien.



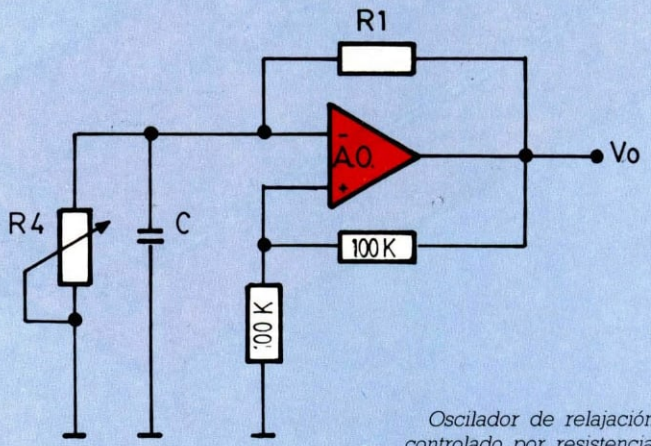
Generador de onda cuadrada.



Oscilador con red desfasadora RC.



Generador de onda cuadrada asimétrico.



Oscilador de relajación controlado por resistencia.

AMPLIFICADOR COMO OSCILADOR

Un circuito realimentado es aquel en el que una fracción de la señal de salida se lleva a la entrada. Esto se traduce en una alteración del funcionamiento del circuito, de manera que si se hace de forma controlada, se puede adaptar un circuito básico a distintos modos de funcionamiento, sin más que variar la realimentación, cambiando los valores de alguno de los componentes.

Se dice que una realimentación es positiva cuando al realimentar la salida a la entrada se produce un aumento de señal de salida.

Análogamente, se tendrá una realimentación negativa cuando el hecho de realimentar se traduce en una disminución de la señal de salida.

Oscilador en puente de Wien

Para que un circuito oscile, puede decirse, generalizando, que debe haber un camino de realimentación positiva. A la vista del circuito puede verse que existen dos redes de realimentación. La formada por las resistencias R3 y R4 determina la ganancia del amplificador operacional. La otra red, formada por R1, C1, R2, C2, varía su impedancia en función de la frecuencia por contener condensadores. Sólo existe una frecuencia para la cual las tensiones V_S y V_E están en fase, siendo preciso que se cumpla que R1 × C1 = R2 × C2, o sea, lo que es lo mismo que decir que R1 = R2 y C1 = C2, y la frecuencia de oscilación es:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

La ganancia del amplificador se situará alrededor de 3, y teniendo esto en cuenta se elegirán las resistencias R3 y R4.

Oscilador RC

Las resistencias R1 y R2 determinan la ganancia del amplificador. En este caso es un amplificador inversor, o sea que produce un desfase de 180°. La salida se realimenta a la entrada a través de una red de tres condensadores y tres resistencias. Esta red debe producir a la frecuencia de oscilación un desfase de otros 180° para compensar los otros 180° (180° + 180° = 360°), con lo cual a la entrada inversora del operacional llega una señal con la misma fase con la que salió antes de hacer el recorrido.

La atenuación que causa la red desfasadora es de 29. Por tanto, la ganancia tendrá que ser de 29 para compensar esta oscilación; entonces R2 = 29 × R1 y la frecuencia de oscilación será:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

Oscilador de relajación

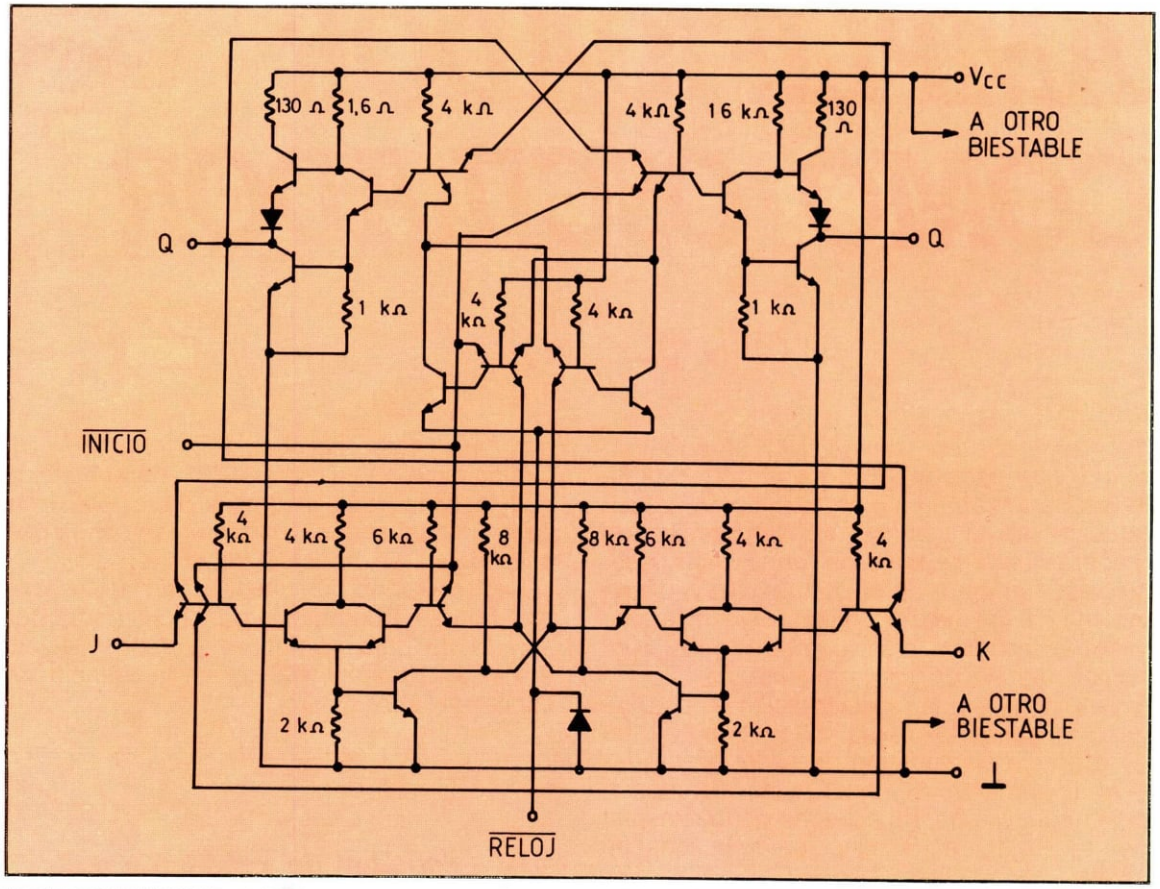
En este caso la resistencia R4 es variable. Cuando R4 es menor que R1, el circuito no arranca, o sea, no oscila. Pero si R4 es mayor que R1 el circuito oscila. Esto permite realizar detectores de luz o temperatura sustituyendo R4 por una resistencia LDR (variable con el nivel de iluminación), o por una resistencia NTC (variable con la temperatura). La salida puede excitar directamente un pequeño zumbador piezoeléctrico.

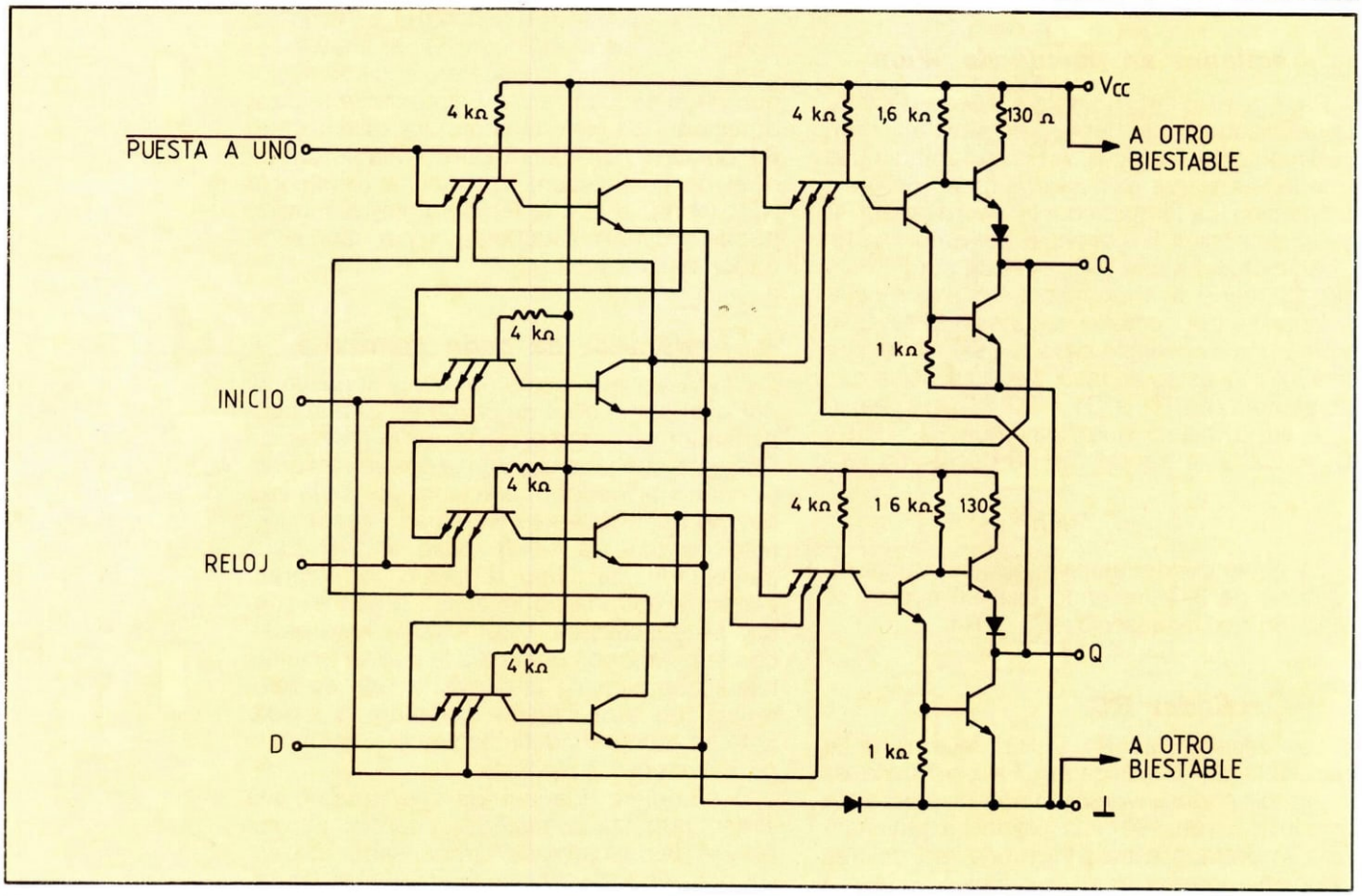
Generador de onda cuadrada

Utiliza realimentación positiva y negativa. Si por ejemplo el nivel de salida es alto, el condensador se carga a través de la resistencia R3 hasta que la tensión en la entrada inversora del amplificador operacional supere la que hay en la entrada no inversora; entonces, en este instante, la salida pasa a nivel bajo, cambiando, por tanto, la tensión de referencia en la entrada no inversora. El condensador se descargará y comenzará a cargarse con la polaridad contraria a la que tenía antes hasta que alcance la nueva tensión de referencia; en este instante cambiará la salida. Esto se repetirá indefinidamente si el circuito no se altera.

Si se quiere que la onda cuadrada no sea simétrica basta con alterar el camino de carga y el de descarga del condensador utilizando dos diodos y haciendo diferentes las resistencias R3 y R4.

Esquema eléctrico equivalente de cada biestable tipo J-K del 7473.





Esquema eléctrico equivalente de un biestable tipo D del 7474.

7473 Y 7474

Estos integrados son dobles biestables muy utilizados dentro de la lógica TTL, tanto en la serie normal como en la versión LS. El 7473 es un doble biestable de tipo J-K con puesta a cero y el 7474 es un doble biestable de tipo D (Data) con puesta a cero y a uno, disparado por flanco de subida.

El 7473 tiene un funcionamiento según la descripción en las tablas de verdad. Al ser doble, es decir, contener dos biestables (flip-flops), se puede utilizar uno como maestro o principal y otro como esclavo. Este funcionamiento se llama *maestro-esclavo,* y la secuencia de operación es como sigue:

— Se aísla el maestro del esclavo.
— Se pasa la información de las entradas J y K al maestro.
— Se anulan estas entradas.
— Se transfiere la información del maestro al esclavo.

También es posible utilizar los dos independientemente.

El 7474 es un doble biestable tipo D, disparado por flanco de subida, puesta a cero, puesta a uno y dos salidas (Q y Q) complementarias. La información de entrada es transferida en el flanco de subida del reloj. Una vez que ha pasado el dato, se queda aislada la entrada y las salidas, no influyendo el cambio de D hasta el próximo flanco de subida del reloj.

Características del 7473

— Alimentación: 5 V ± 5 %.
— Corriente de alimentación: (73) 20 mA y (LS73A) 4 mA.
— Frecuencia máxima de reloj: (73) 15 MHz y (LS73A) 30 MHz.
— Ancho de impulso mínimo de reloj: 20 ns.
— Tiempo de establecimiento mínimo de entrada: (73) 0 ns y (LS73A) 20 ns.
— Tiempo de mantenimiento de entrada: 0 ns.
— Tiempo de transición de nivel bajo a nivel alto: (73) 16 ns y (LS73A) 15 ns.
— Tiempo de transición de nivel alto a nivel bajo: (73) 25 ns y (LS73A) 15 ns.

Para el 7473 las entradas de reloj e inicio tienen un «fan-in» de 2, es decir, cargan con 80 μA al circuito que les ataque en nivel alto

ENTRADAS				SALIDAS	
Inicio	Reloj	J	K	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	X	0	1
1		0	0	Q_0	$\bar{Q}_0$
1		1	0	1	0
1		0	1	0	1
1		1	1	Cambio	

Tabla de verdad del circuito integrado 7473.

ENTRADAS				SALIDAS	
Inicio	Reloj	J	K	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	X	0	1
1	↓	0	0	Q_0	$\bar{Q}_0$
1	↓	1	0	1	0
1	↓	0	1	0	1
1	↓	1	1	Cambio	
1	1	X	X	Q_0	$\bar{Q}_0$

Tabla de verdad del circuito integrado 74LS73A.

ENTRADAS				SALIDAS	
Puesta a uno	Inicio	Reloj	D	Q	$\bar{Q}$
0	1	X	X	1	0
1	0	X	X	0	1
0	0	X	X	1*	1*
1	1	↑	1	1	0
1	1	↑	0	0	1
1	1	0	X	Q_0	$\bar{Q}_0$

* Esta configuración no es estable.

Tabla de verdad de los integrados 7474 y 74LS74A.

y salen 3,2 mA en nivel bajo. Para el 74LS73A las entradas de inicio y de reloj tienen, respectivamente, «fan-in» de 3 y 4. Para la serie LS el «fan-in» base en nivel alto es 20 μA, y en nivel bajo, − 0,4 mA.

Características del 7474

- Alimentación: 5 V ± 5 %.
- Corriente de alimentación: (74) 17 mA y (LS74A) 4 mA.
- Frecuencia máxima del reloj: (74) 15 MHz y (LS74A) 25 MHz.
- Ancho de impulso mínimo de reloj: (74) 30 ns y (LS74A) 25 ns.
- Tiempo de establecimiento mínimo de entrada: (74) 20 ns y (LS74A) 25 ns.
- Tiempo de mantenimiento de entrada: 5 ns.
- Tiempo de transición de nivel bajo a nivel alto: (74) 14 ns y (LS74A) 13 ns.
- Tiempo de transición de nivel alto a nivel bajo: (74) 20 ns y (LS74A) 25 ns.

Para el 7474 las entradas de inicio, reloj y puesta a uno, tienen un «fan-in» de 2. Para el 74LS74A las entradas de inicio y puesta a uno tienen un «fan-in» de 2.

Encapsulado

Los circuitos integrados 7473, 74LS73A, 7474 y 74LS74A se fabrican con tres modos de encapsulados, los llamados J, N y W. El encapsulado J es cerámico, del tipo «dual-in-line». El encapsulado N es también de la forma «dual-in-line», pero en plástico.

El tipo W es un empaquetamiento cerámico plano herméticamente sellado. En todos los casos el circuito presenta 14 terminales al exterior.

Fabricantes

Estos circuitos integrados son elaborados por numerosos fabricantes, entre los cuales podemos destacar:

- Texas Instruments.
- Fairchild.
- National Semiconductor.
- Signetics.

Consideraciones prácticas

En teoría, una entrada sin conectar se supone que está a nivel alto, pero en la práctica se comporta como una antena de recogida de ruido exterior.

Tan sólo unas décimas de voltio de ruido, y esta entrada que está al aire pasará a nivel bajo. Es conveniente, por tanto, definir mediante una polarización apropiada el nivel lógico de las entradas sin utilizar. Los circuitos que no tengan en cuenta esta precaución no son totalmente fiables.

Con una tensión de alimentación de 5 V un circuito CMOS difícilmente puede controlar estos circuitos, luego no es aconsejable. Con una alimentación de 12 V se podría controlar la serie LS, así como con buffers CMOS adecuados. Si utilizamos 12 V habrá que utilizar adaptadores de nivel, ya que cuando estemos en un nivel lógico alto, atacando el circuito TTL, éste se podría dañar irremisiblemente.

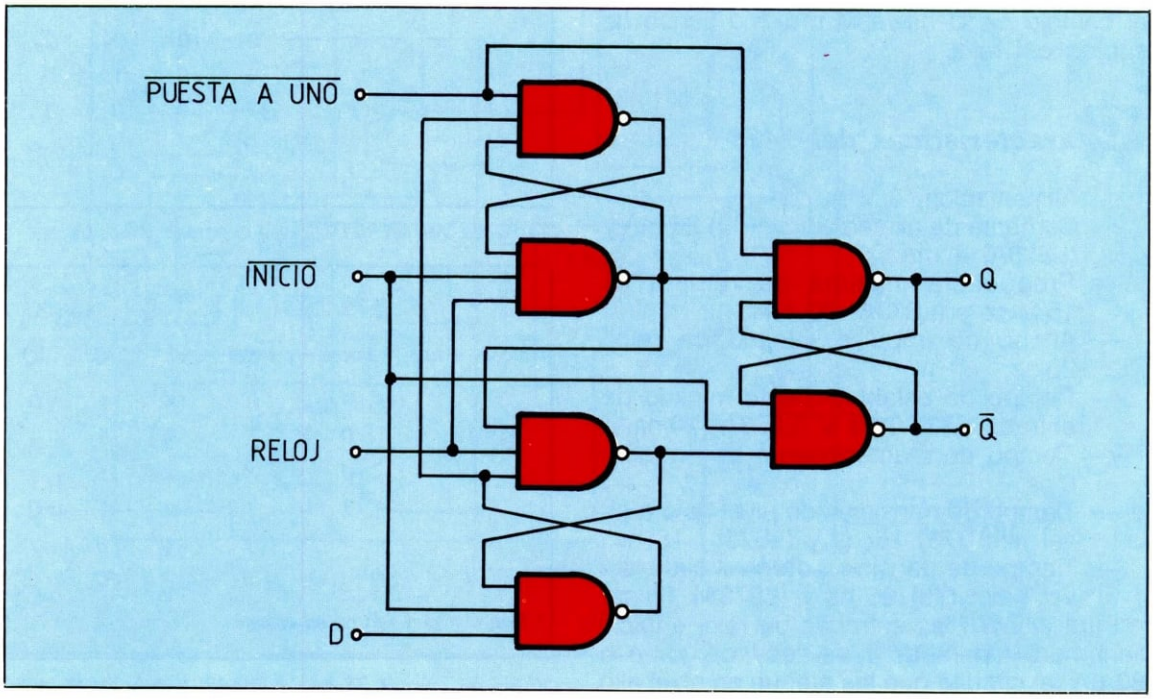


Diagrama funcional de bloques de cada biestable tipo D que componen el 7474.

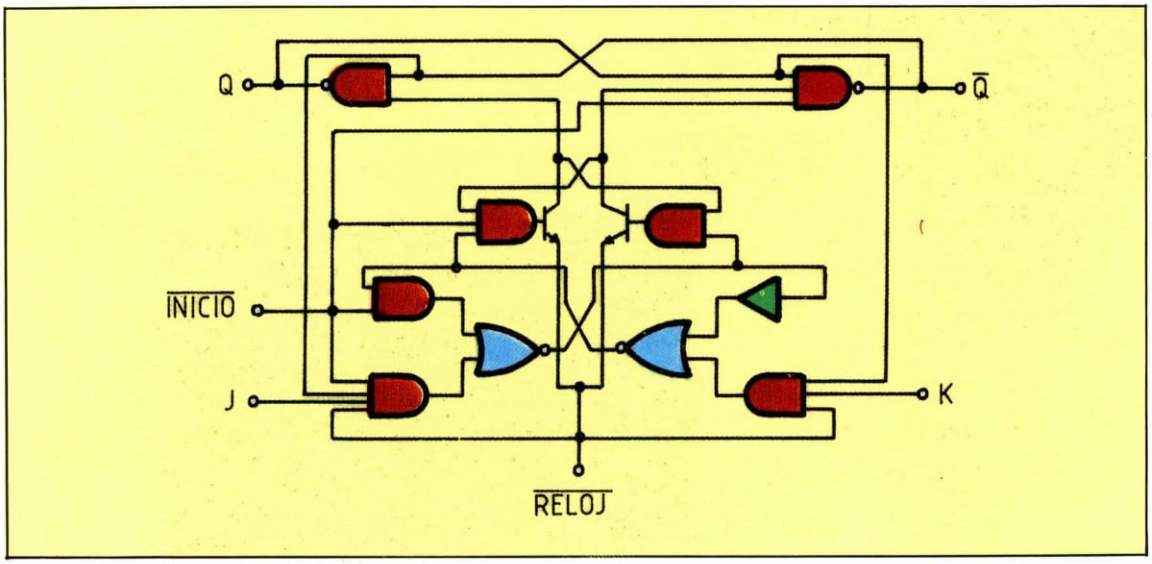
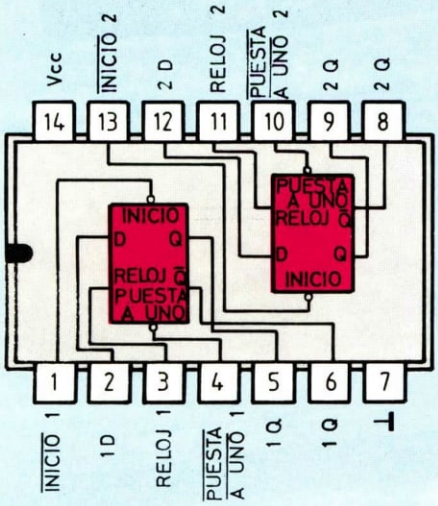
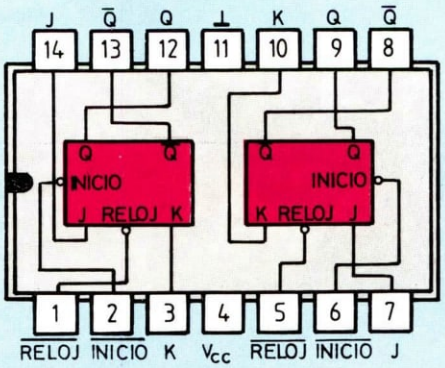


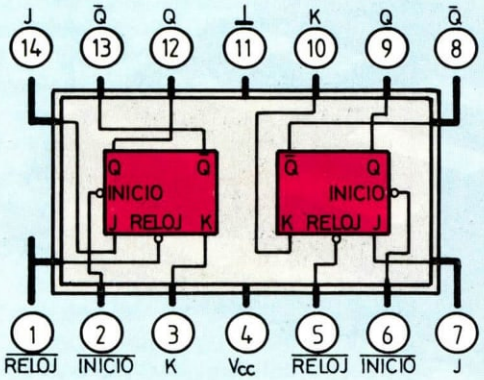
Diagrama funcional de bloques de cada biestable tipo J-K del 7473.



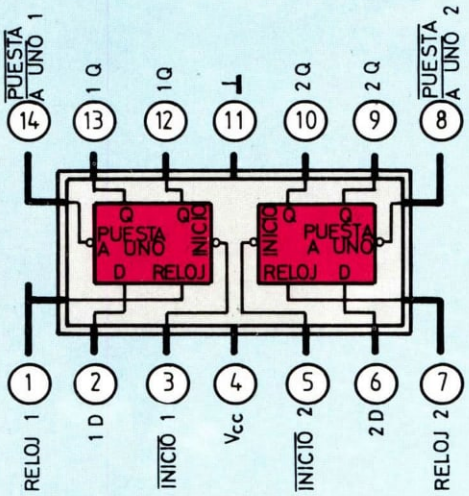
Disposición de los terminales del circuito integrado 7474, en una vista superior del encapsulado tipo J o N.



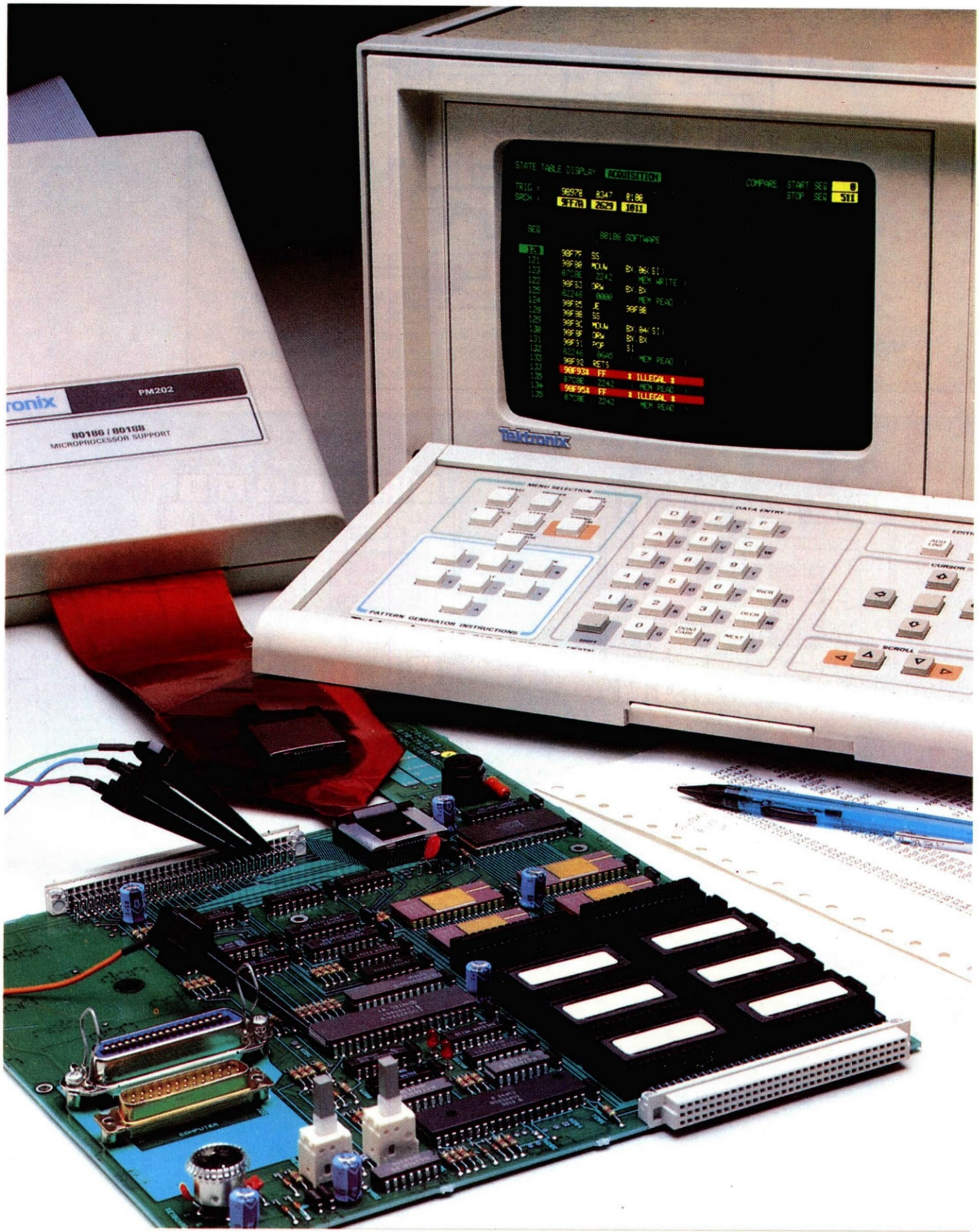
Disposición de los terminales del circuito integrado 7473, en una vista superior del encapsulado «dual-in-line», en donde se ve la función de cada patilla.



Circuito integrado 7473 en el encapsulado de tipo W «flat-package».



Circuito integrado 7474 con el encapsulado W hermético y plano.



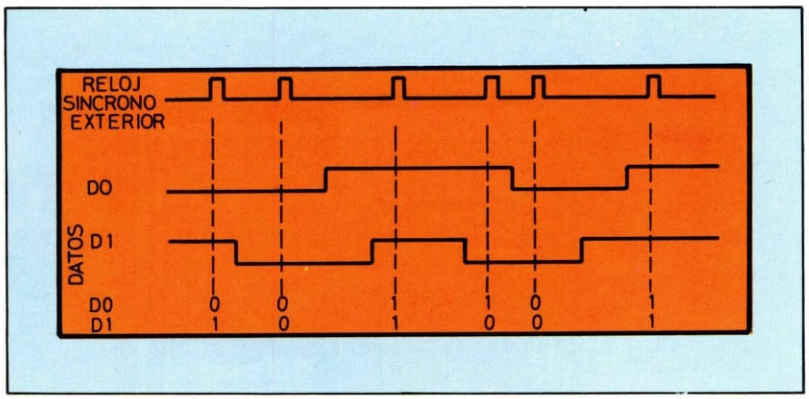
La rápida evolución de la electrónica hacia sistemas digitales, unido a la necesidad de poder contar con un equipo de análisis adecuado, han desarrollado los analizadores lógicos.

ANALIZADORES LOGICOS

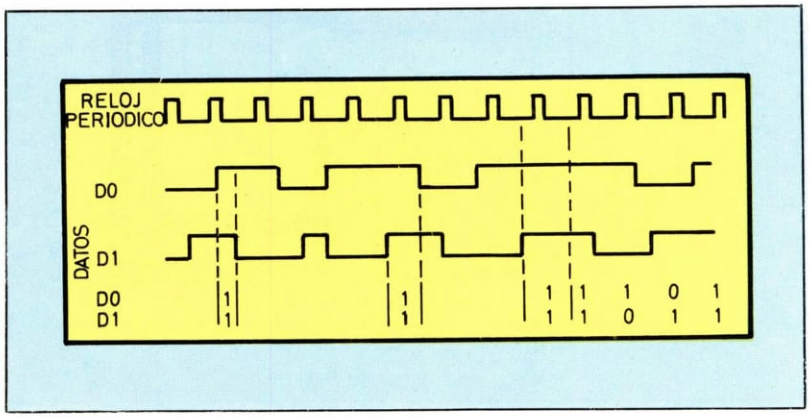
La rápida evolución tecnológica de la electrónica en los últimos años, y su tendencia a sustituir un gran número de funciones convencionalmente analógicas hacia técnicas digitales, ha producido un efecto importante en los sistemas clásicos de instrumentación, ya que cuando se pretendió analizar un equipo en el que existían varias vías simultáneas de transferencia de información digital, no resultó válido ninguno de los instrumentos conocidos hasta el momento, lo que originó el diseño y posterior desarrollo de los analizadores lógicos.

Este tipo de instrumentos se crearon con el propósito de resolver con un solo aparato el mayor porcentaje posible de los casos de análisis y detección de anomalías que pueden presentarse en la práctica, intentando evitar la necesidad de tener que disponer de varios instrumentos conectados simultáneamente al equipo bajo prueba. De esta manera, no sólo se persigue la identificación de los fallos de funcionamiento, sino también el origen de los mismos.

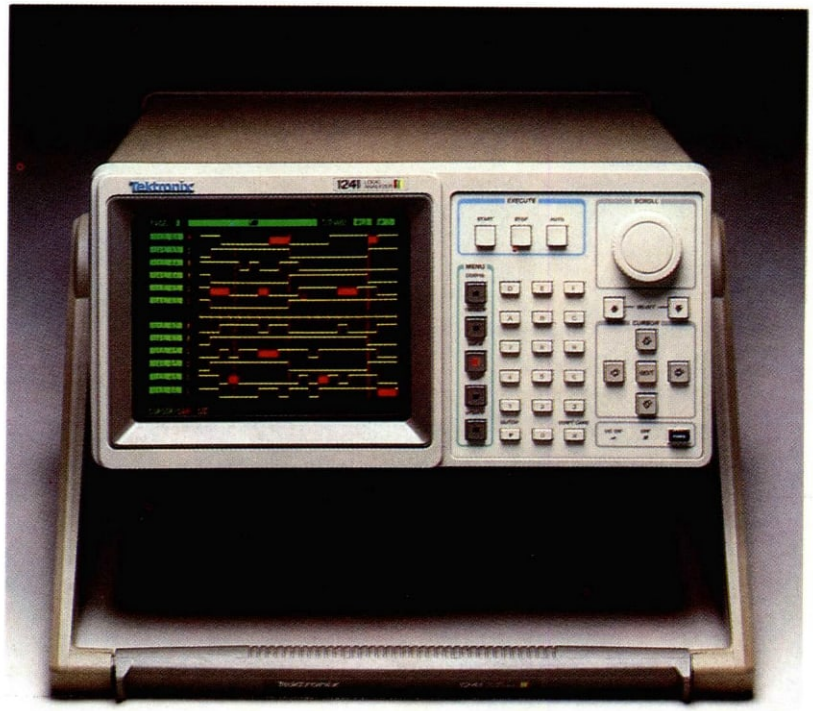
Los analizadores lógicos de la primera época consistían básicamente en analizadores de estados lógicos, y disponían únicamente de un visualizador alfanumérico, en el que representaban, en el sistema hexadecimal, una serie de estados sucesivos tomados de los «buses» de datos o de direcciones del sistema digital sometido a prueba, y que habían sido previamente almacenados en la memoria interna del sistema. Este equipo evolucionó rápidamente hasta los modelos actuales, en los que posee, como mínimo, dos posibilidades de trabajo: análisis de estados y visualización de los diagramas de tiempos simultáneos de todas las vías de los «buses», mediante el tubo de rayos catódicos normalmente utilizado por este instrumento. El funcionamiento interno del analizador está gobernado por un microprocesador, lo que permite una gran flexibilidad en el uso del mismo.



Sistema de adquisición de datos según el modo síncrono.



Sistema de adquisición de datos en el modo asíncrono.



Aspecto de un analizador lógico de un modelo convencional en el que todos los controles se efectúan por teclado.

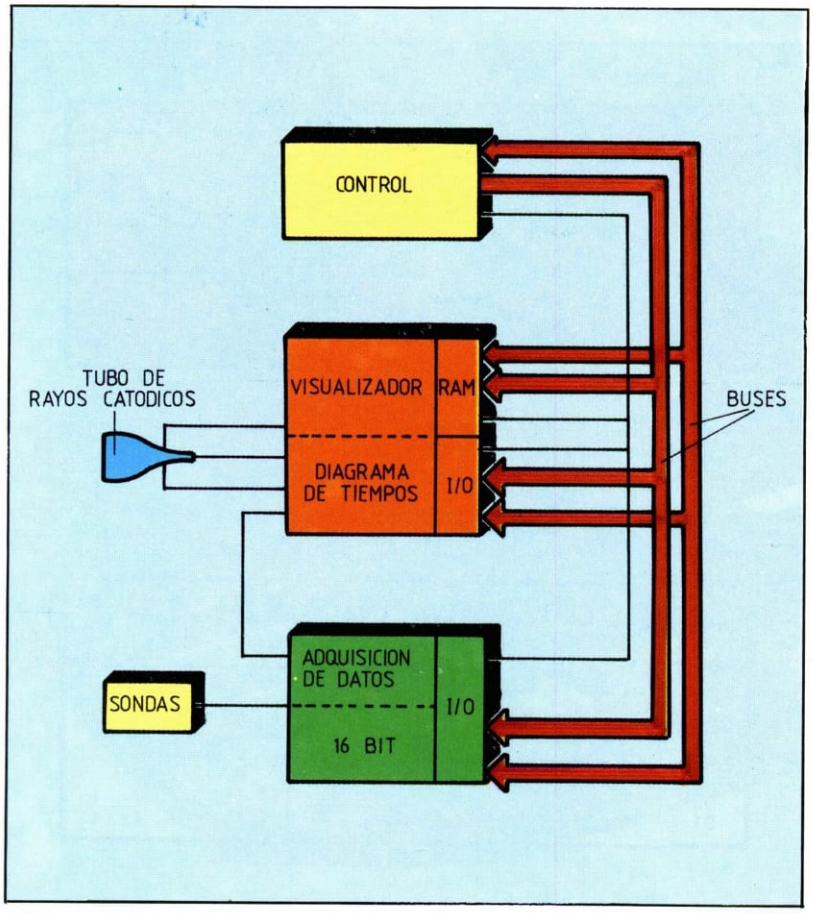


Diagrama de bloques de un analizador lógico.

Partes de un analizador lógico

Cualquier analizador lógico se compone de cuatro secciones básicas: adquisición de datos de medida, memoria o almacén de datos, sección de control y presentación sobre pantalla. La sección de adquisición o toma de datos los recibe en paralelo y simultáneamente del equipo bajo prueba, mediante una serie de sondas especiales situadas en los puntos adecuados. El circuito de entrada y las sondas mismas deben tener unas características tales que no interfieran con el funcionamiento normal del equipo, ya que de lo contrario se obtendrían conclusiones falsas y podría incluso dañársele. Ello implica el disponer de una elevada impedancia de entrada y que la propia sonda sea muy ligera, utilizándose en muchos casos un código de colores en las mismas o en los cables que las enlazan al equipo para poder identificarlas con facilidad.

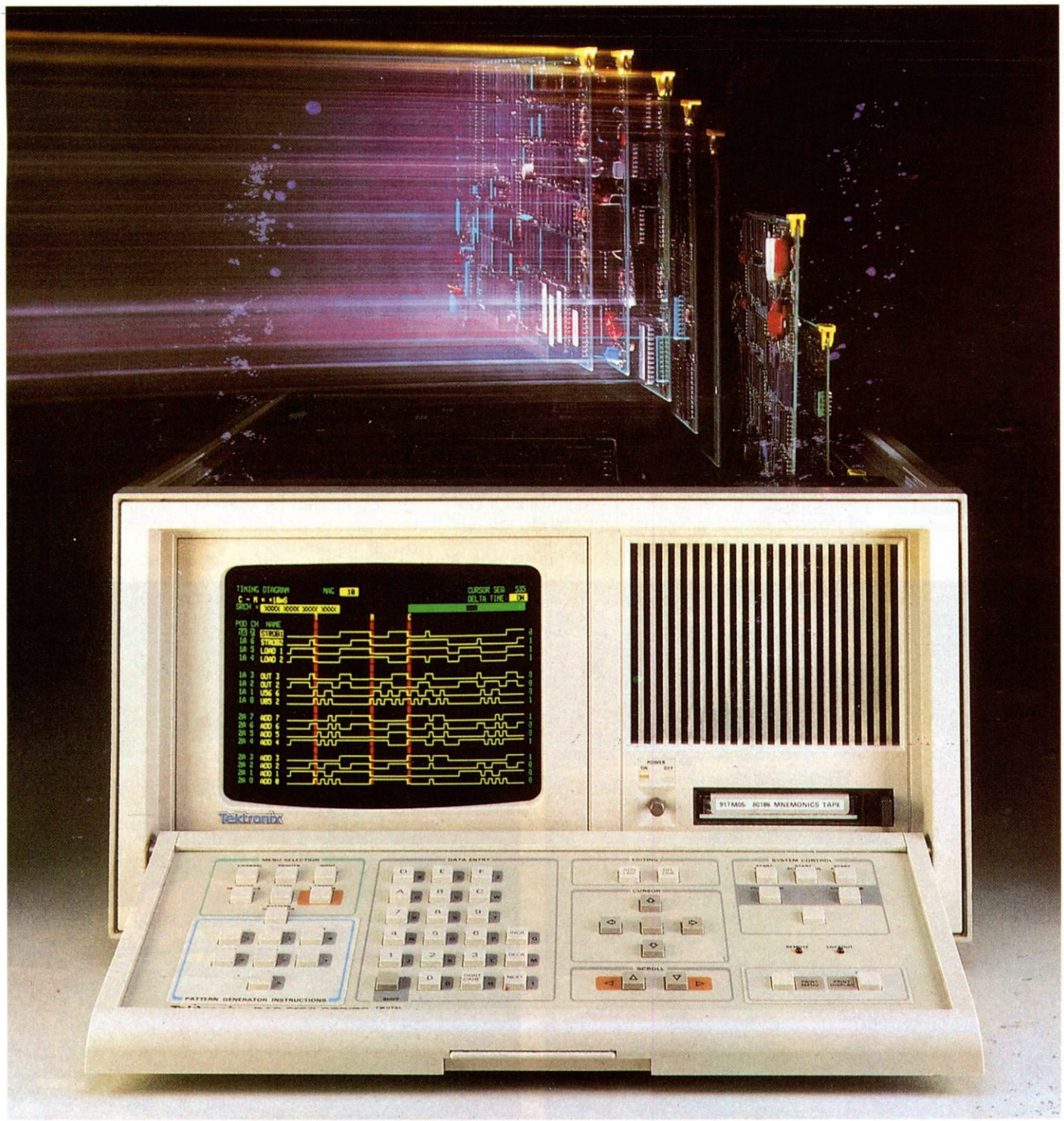
Otra de las funciones necesarias en esta sección de toma de datos es el disponer de un nivel lógico ajustable para poder adaptarse a las diferentes familias de circuitos integrados que se encuentran en la práctica (TTL, CMOS, etc.). El número de canales de entrada que se precisa en la práctica varía en función de la utilización a que se destine el instrumento. Debido a ello se ha estandarizado en la gran mayoría de los analizadores un total de 16 canales, ya que se adaptan perfectamente a la gran mayoría de las aplicaciones. Existen dos procedimientos de adquisición de datos: *síncrono* y *asíncrono*. El primero se emplea normalmente para efectuar el análisis de estados lógicos, representándose en la pantalla en sistema binario, octal o hexadecimal a voluntad del usuario. En este caso la secuencia de adquisición de datos del analizador depende de la frecuencia de reloj del equipo bajo prueba. Algunos modelos incluyen dos o más posibilidades de adquisición de datos simultáneas.

El segundo procedimiento se utiliza para la representación de las formas de onda o diagramas de tiempos y en este caso la frecuencia a la que el instrumento toma los datos está determinada por su propio oscilador interno de reloj. El valor de frecuencia es muy importante cuando se desean «capturar» fenómenos transitorios o ruidos espúreos que causan alteraciones en el equipo; ello exige períodos de muestreo muy bajos del orden de unos pocos nanosegundos, lo que exige unas frecuencias de 300 a 400 MHz aproximadamente.

Algunos sistemas microcomputadores poseen un método de transmisión de datos multiplexado en el que tanto los bits como las direcciones de memoria se envían a través del mismo bus, mediante un circuito de división

en el tiempo que asigna unos tiempos determinados de transmisión a cada uno de los dos «paquetes» de información. Esto exige el analizador lógico algún procedimiento de adquisición que asegure que los dos tipos de datos puedan ser recogidos y analizados, lo que se consigue, en el modo síncrono, empleando dos señales de reloj dependientes de la del equipo analizado. La sección de almacenamiento de datos o memoria puede ser considerada como la más importante del sistema. Así, su constitución deberá ser lo suficientemente amplia como para poder acumular todos los datos simultáneos, tomados del exterior, y lo bastante rápida como para que le puedan llegar los datos obtenidos a la elevada frecuencia de muestreo mencionada anteriormente. En realidad, aunque la frecuencia necesaria está definida por el sistema de operación asíncrono, suele estimarse en unas 10 veces superior a la del equipo bajo prueba.

Analizador lógico de la última generación cuyo sistema de trabajo está basado en el procedimiento de menús.



Sección de control y representación en pantalla

La sección de control realiza como función principal la de disparo del sistema de adquisición de datos en el instante oportuno. El método que se emplea normalmente es el de identificación de una palabra determinada de información, en el que se comparan los datos recogidos por el equipo con una palabra de 8 ó 16 bits fijada previamente por el usuario. En el instante en que aparece una coincidencia se produce el disparo. En algunos modelos se pueden emplear dos diferentes palabras.

En el momento de producirse el disparo se detiene la entrada de datos al instrumento; algunos tipos de analizadores disponen de un cierto tiempo ajustable de retardo que permite anular la toma de datos en el instante que se desee, con lo que podrá observarse en la pantalla toda la información precedente y posterior al momento en que una determinada palabra de información haya sido reconocida.

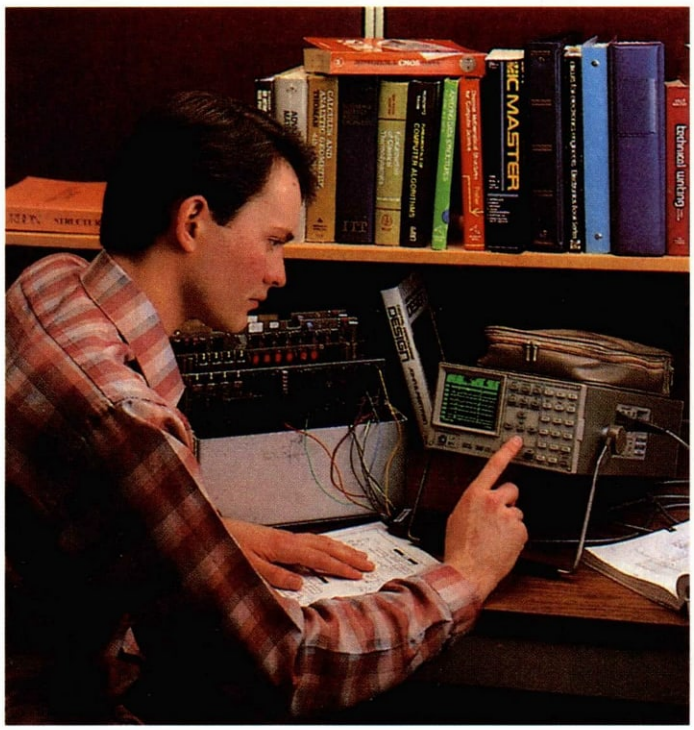
La sección encargada de la presentación de los datos sobre la pantalla los recibe de la memoria y se encarga de llevar a cabo las dos posibles presentaciones: tabla de estados lógicos y diagramas de tiempos. La primera opción ofrecerá sobre la pantalla un listado de los datos recogidos por los 16 canales de entrada en binario, octal, hexadecimal, y en algunos modelos se incluye la opción de presentación en el lenguaje ensamblador del microprocesador utilizado, empleando los nemónicos usuales de dicho lenguaje.

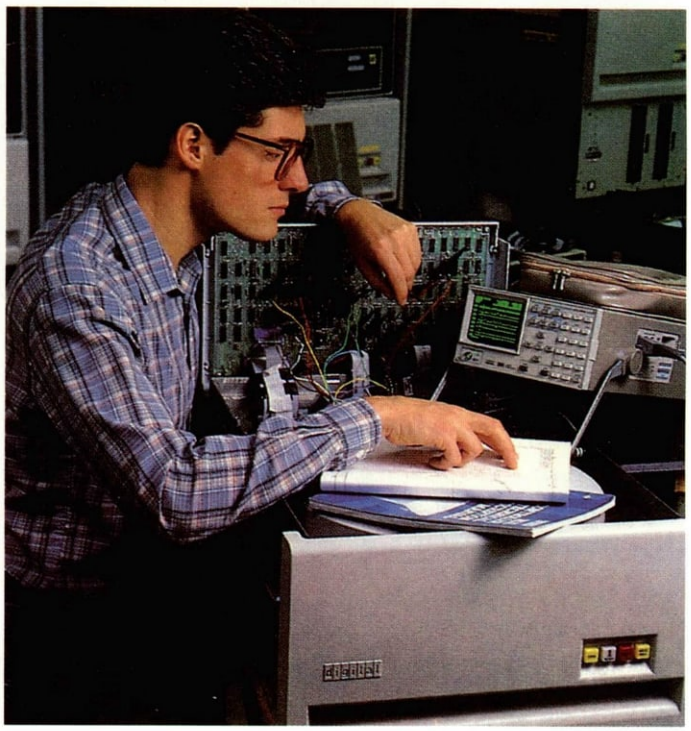
La presentación del diagrama de tiempos no suele ser la denominada de tiempo real, que es la correspondiente a las formas de ondas que realmente han aparecido en los «buses», sino que presenta unas reconstrucciones de las mismas a base de los datos de niveles obtenidos durante el muestreo de las diferentes vías. Si el período de muestreo es bajo, se obtendrá una imagen muy similar a la real, pero en otras ocasiones pueden pasarse por alto la presentación de impulsos muy breves o de algunos ruidos o fenómenos transitorios.

Últimos modelos

En los modelos más modernos se ha sustituido el complejo panel de mandos que requiere un instrumento de este tipo por otro mucho más simple, denominado «menú», en el que es el propio instrumento el que pregunta al usuario cuál es la función que desea realizar en cada momento, merced a un programa contenido en la memoria ROM interna. Estos equipos han sustituido el diseño de la caja exterior, que como ya se ha indicado era similar a la de los osciloscopios, por otros modelos que se asemejan a los empleados en sistemas informáticos, utilizándose además un tubo de rayos catódicos de deflexión electromagnética como los de los receptores de televisión. El último avance que se ha registrado en la presentación de los datos en pantalla ha sido la inclusión de tubos de color, los cuales facilitan la identificación de determinados detalles de la información ofrecida al usuario.

Los analizadores lógicos son instrumentos capaces de almacenar la información de los «buses» de datos o de direcciones de un sistema ordenador, para presentarla en pantalla.





PERCUSION ELECTRONICA

El montaje del presente número es la realización práctica de una serie de instrumentos musicales de percusión (una caja con bordones, dos timbales, un bombo y dos platos). Muchos de vosotros seguro que habréis escuchado hablar o leído sobre las cajas de ritmos. Estas realizan una melodía que previamente ha sido dispuesta con una cadencia rítmica constante. Así pues, siempre se limitará a seguir un determinado compás, a no ser que volvamos a «programar» otro ritmo. En nuestro montaje unimos la espontaneidad y la electrónica. Esto es, la «percusión electrónica» presentada en este número es en realidad una batería como las clásicas, con la diferencia que los sonidos son sintetizados con la ayuda de la electrónica.

Hoy en día prácticamente todos los sonidos «musicales» pueden ser producidos por dispositivos electrónicos (órganos electrónicos, sintetizadores, cajas de ritmo, melódicas, etc.). En realidad el principio de reproducción sonora de las notas musicales se hace sintetizando señales eléctricas. Siempre trataremos, dependiendo de la calidad deseada, de obtener electrónicamente el mayor parecido con la realidad musical del instrumento o instrumentos a imitar. Lógicamente, cuanto más nos aproximemos al sonido buscado mayor complejidad habrá en la circuitería electrónica y mayor coste económico en la realización. Sin embargo, podemos encontrar un compromiso entre calidad y costo muy interesante. Y éstos precisamente son los puntos básicos del montaje que proponemos. Así pues, si eres aficionado a la electrónica y te gusta la música, ¡adelante!

Descripción general

A nivel de bloques vamos a hacer una breve exposición del montaje, para después profundizar más en cada parte del circuito.

En primer lugar nos encontramos con los captadores. Estos no son más que simples altavoces (en la sección de montaje se explicará con más detalle su instalación). Cuando golpeamos el altavoz la bobina se desplaza dando lugar a una f.e.m. inducida muy débil. En este caso el altavoz está trabajando en sentido inverso a como normalmente estamos acostumbrados. Es decir, en sentido directo es una señal eléctrica la que produce el movimiento de la membrana, dando lugar a la creación de ondas acústicas. Sin embargo, si ahora desplazamos la bobina, a través de la membrana, se crea una señal eléctrica en sus bornes. De este último caso es del que nos aprovechamos para nuestros propósitos.

A continuación amplificamos la débil señal proveniente del captador; de esta forma tenemos un nivel adecuado para atacar la siguiente etapa. Esta amplificación junto con un circuito rectificador constituye el circuito de disparo. La rectificación la hacemos para quedarnos sólo con la parte positiva, para evitar problemas en la siguiente etapa. A continuación del circuito de disparo viene el oscilador, que es el encargado de reproducir la componente musical del instrumento en cuestión: para ello oscila a una frecuencia determinada.

Cuando golpeamos la membrana del altavoz producimos un impulso, el cual es tratado a través del circuito de disparo, para después producir la señal en el oscilador.

Los tres circuitos presentados anteriormente podemos decir que son las partes claves de todo el montaje electrónico.

Estas secciones se repiten para cada uno de los instrumentos, siendo la frecuencia de trabajo de cada oscilador distinta una de otra, pues cada una representa a un determinado instrumento. Hemos de hacer una salvedad en cuanto a la caja acústica, pues, como ya sabemos, ésta lleva unos bordones, habitualmente adheridos a uno de sus parches, los cuales dan un mayor colorido sonoro al instrumento.

El circuito electrónico encargado de reproducir estos bordones es el generador de *ruido blanco*. Podemos observar en el bloque de diagramas que el circuito de disparo actuará simultáneamente sobre el oscilador de la caja y el generador de ruido blanco. Hecho lógico, pues los bordones forman parte de dicho instrumento.

Todas las salidas de los distintos osciladores se llevan a un mezclador, a partir del cual podemos conectar nuestro amplificador de BF.

El circuito

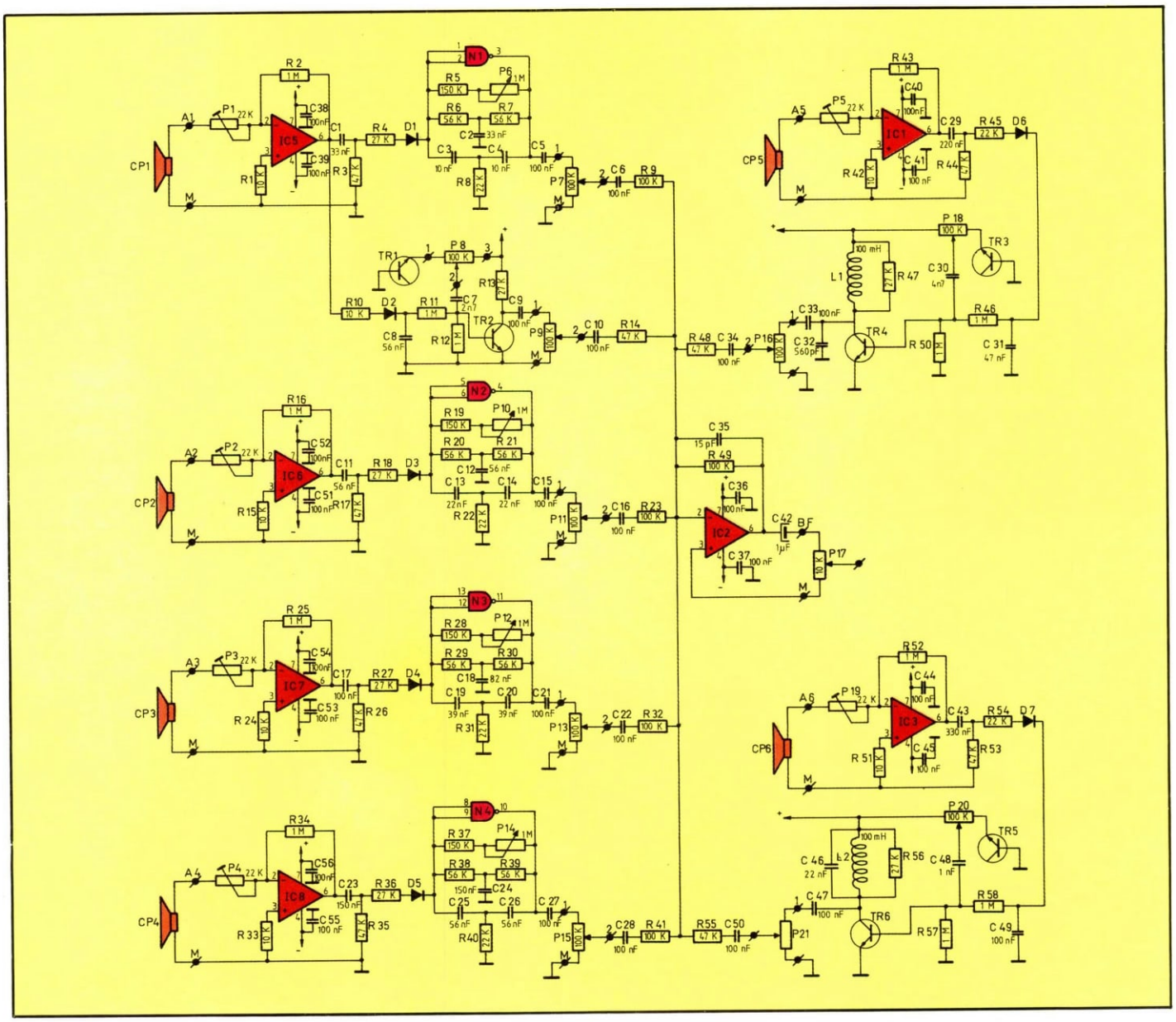
Circuito de disparo

En primer lugar tenemos un amplificador, el cual está realizado con un amplificador operacional, para ser más exactos, con el famoso 741. La ganancia de este dispositivo viene dada por la relación entre la resistecia que hay entre la entrada no inversora y la salida (patilla 6), y el potenciómetro a la entrada.

Las distintas ganancias serían: R2/P1, R16/P2, R25/P3, R34/P4, R43/P5, y R52/P19, cada una de ellas para la caja acústica, los dos timbales, el bombo y los dos platos respectivamente.

La red que viene a continuación, formada por un condensador (C1, C11, etc.) y la resistencia (R4, R11, etc.), diferencia los impulsos amplificados, regulando mediante su constante RC el tiempo de bajada de los mismos.

Esquema eléctrico de la percusión electrónica



Los diodos D1, D3, D4, D5, D6 y D7 son únicamente para rectificar la señal proveniente del A.O.; así sólo tendremos los impulsos positivos para atacar la etapa siguiente.

Circuito oscilador

Los osciladores están realizados con la conocida configuración en doble T; como elemento activo llevan una puerta NAND, la cual trabaja en la parte lineal de su característica de transferencia. Estas puertas han de ser de tecnología MOS, a fin de que nos sirva para tal cometido.

El circuito oscilador ha de estar por debajo de su condición de oscilación, pues en caso contrario estaría siempre oscilando y por tanto reproduciendo la señal del instrumento continuamente, siendo esta circunstancia inadecuada para nuestros propósitos.

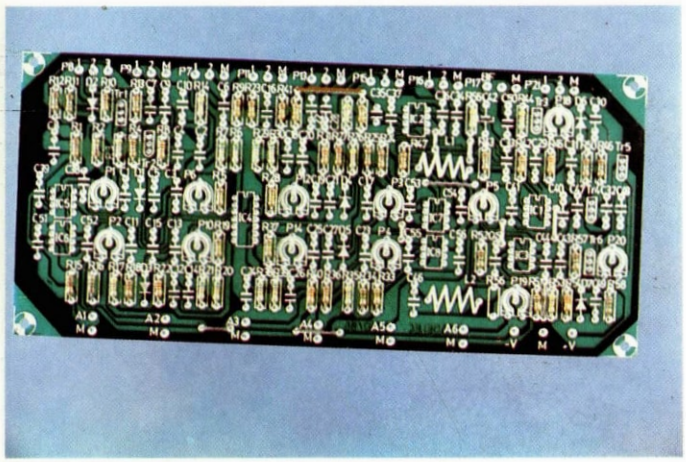
El elemento que nos sitúa en el límite o bien por debajo de la condición de oscilación es el potenciómetro de 1 MΩ (ver circuito eléctrico).

Este interviene en la ganancia de la realimentación; con ello variamos los parámetros de oscilación.

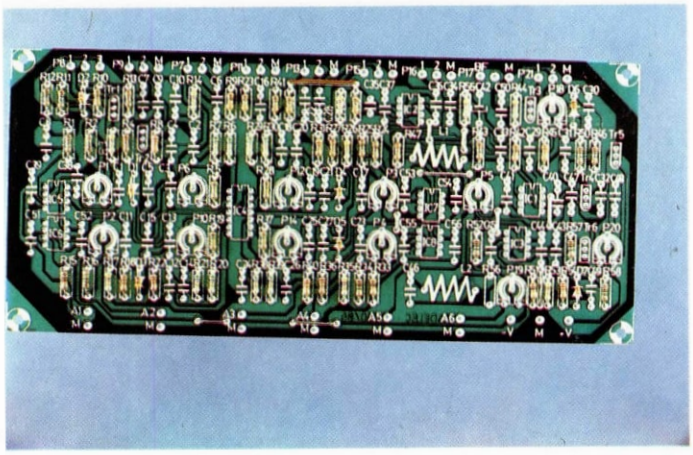
El nivel de salida se lleva a un potenciómetro, de esta forma podemos realzar más unos instrumentos que otros, o bien equilibrar el sistema según el gusto de cada uno. Los condensadores que vienen a continuación de dicho potenciómetro sirven para desacoplar la componente continua. Los resistores R9, R23, R32, etc., junto con R49, determinan la ganancia del amplificador operacional que hace de mezclador.

Generador de ruido blanco

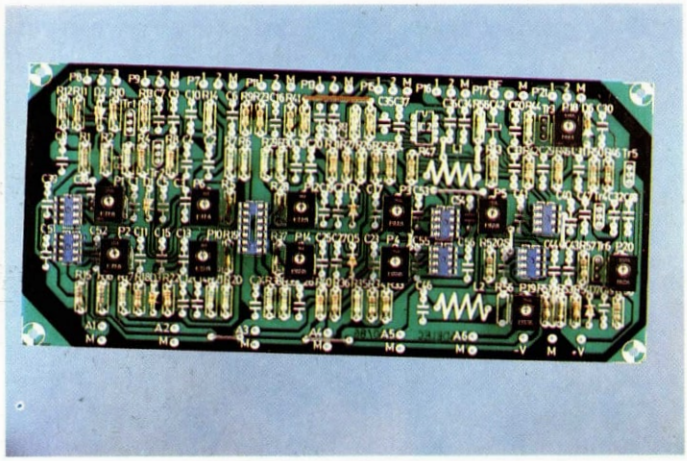
El generador de ruido blanco parte de un transistor del tipo NPN con su colector desconectado y con su unión base-emisor polarizada inversamente. Esta señal es amplificada



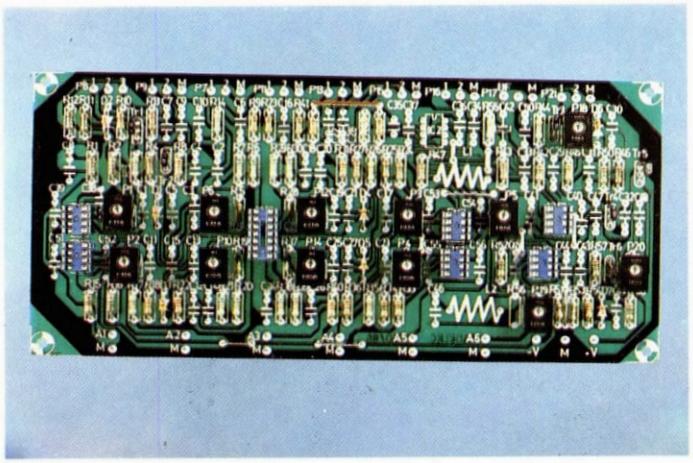
1 *Primeramente clasificamos los diversos componentes. Las resistencia son todas de 1/4 W; para montarlas se doblas los terminales; identificándolas por los colores marcados sobre su cuerpo insertaremos cada una en su lugar correspondiente. En esta fase se colocarán los puentes.*



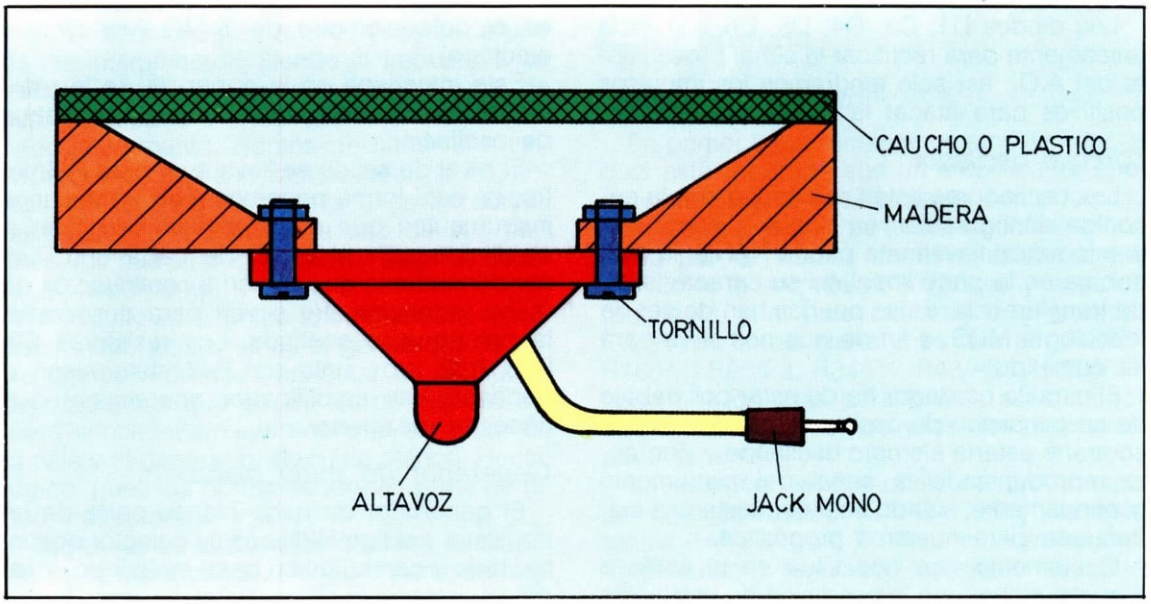
2 *En este circuito existen un total de seis diodos semiconductores correspondientes a los seis circuitos de disparo. Antes de insertarlos en la placa, para proceder a su soldadura, será necesario identificar el ánodo y el cátodo y luego colocarlos de acuerdo con la serigrafía.*



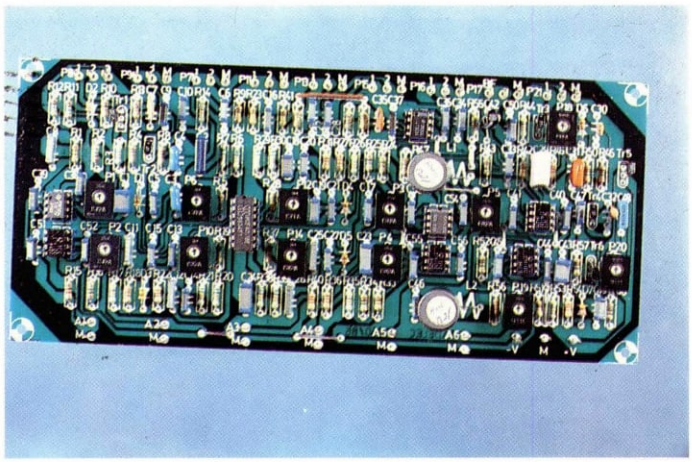
3 *En esta fase se colocan los zócalos y los potenciómetros ajustables que van colocados sobre la placa de circuito impreso. Habrá que mirar el valor de los potenciómetros ajustables antes de insertarlos, y hacer coincidir los zócalos con la marca de los mismos con la serigrafía.*



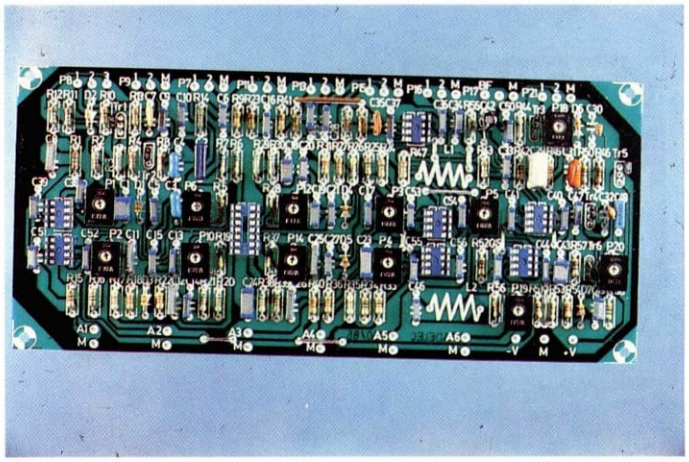
4 *Los transistores son todos SC107, por lo que si se sigue la serigrafía no presenta ninguna dificultad su colocación en el circuito impreso. Por tanto, no será necesario identificar la base, colector y emisor. Unicamente se debe tener cuidado al soldar.*



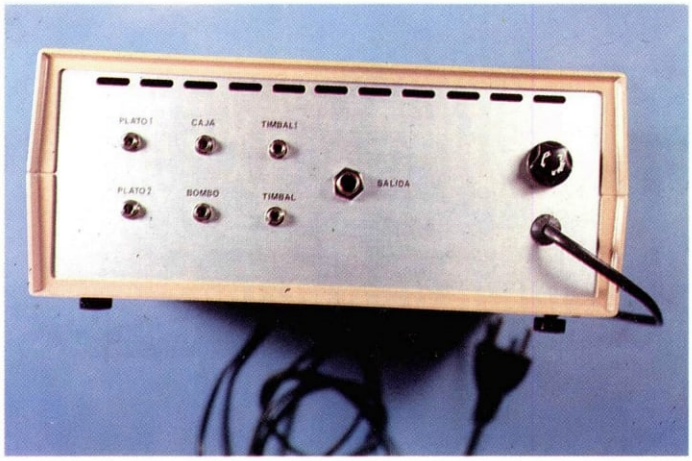
Esquema de la realización del captador.



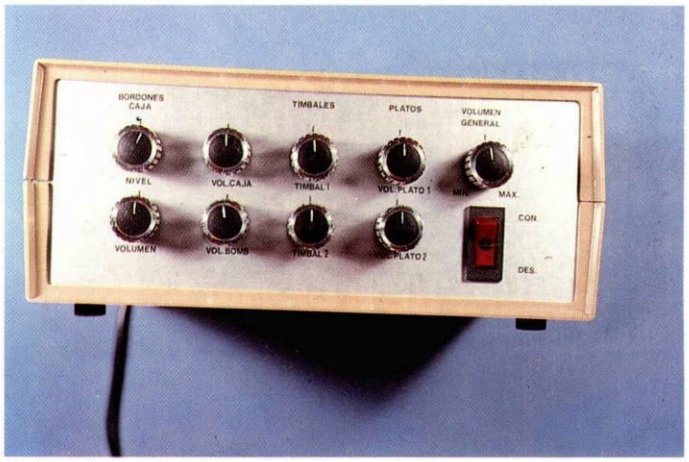
5 *A continuación pasaremos a montar los condensadores de poliéster, cerámico y el electrolítico. Los primeros, al no tener polaridad, dará igual la forma de insertarlos; con el electrolítico se debe tener cuidado, comprobando su polaridad.*



6 *Estamos ya en condiciones de insertar los circuitos integrados en los zócalos correspondientes. Con las puertas lógicas no debemos tener ninguna equivocación, por tener 14 patillas, y los restantes circuitos son 6 del tipo 741 y uno TL081. Identificado este último, lo colocaremos en IC2.*



9 *En esta foto pueden verse los materiales necesarios para la realización del captador. Como puede apreciarse, se trata de una tabla con un agujero del tamaño del altavoz, y una lámina de caucho o cualquier material elástico.*



10 *Vista posterior del captador una vez terminado. Como puede apreciarse, la parte trasera del altavoz se encuentra recubierta por un cartón, para evitar que sea golpeada. No es necesario que sea apantallado el cable utilizado para la conexión.*

por un segundo transistor de la misma polaridad y aplicada a la entrada del mezclador.

El generador de ruido blanco es conectado también por impulsos positivos y simultáneamente con el oscilador de caja, añadiendo el efecto de vibración proporcionado por los bordones metálicos que poseen las cajas de las baterías y consiguiendo un efecto mucho más real.

Con el potenciómetro P8 ajustamos el nivel de ruido blanco deseado y con el P9 (volumen de bordones) podemos determinar, en menor o mayor cantidad, la participación de este efecto sobre el conjunto total.

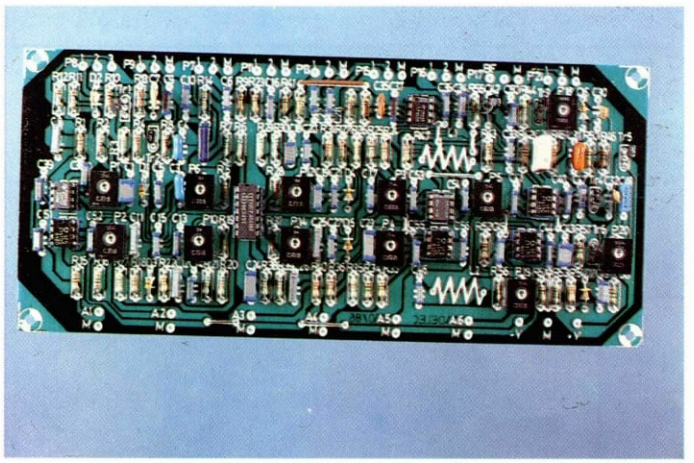
En los generadores de ruido blanco que forman los platos podemos observar que llevan bobinas; éstas hacen de filtro. Incluso podríamos prescindir de ellas o bien cambiar de valor. Los condensadores C32 y C46 pueden no ponerse o bien cambiar de valor, dependiendo de la frecuencia que deseemos que filtren.

A los condensadores C7, C30 y C48 podemos variar los valores y con ello conseguimos un filtrado deseado, dejando pasar la señal generada a partir de una frecuencia que nos interese.

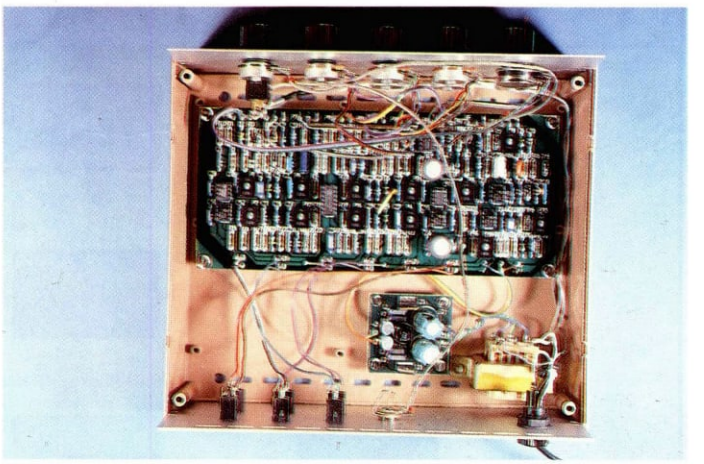
Mezclador

Como puede verse en el circuito eléctrico, todos los efectos llevan a su salida un potenciómetro logarítmico de 100 K, que permite regular el volumen de cada uno dentro del efecto total de la batería. Todas las salidas de estos potenciómetros se acoplan a un paso amplificador final, constituido por otro amplificador operacional, el cual amplifica la señal total después de efectuada la suma, adecuándola a un nivel idóneo para atacar a un paso amplificador de potencia. Este amplificador tiene ganancia unidad; si deseáramos una ganancia superior aumentaríamos el valor de R49.

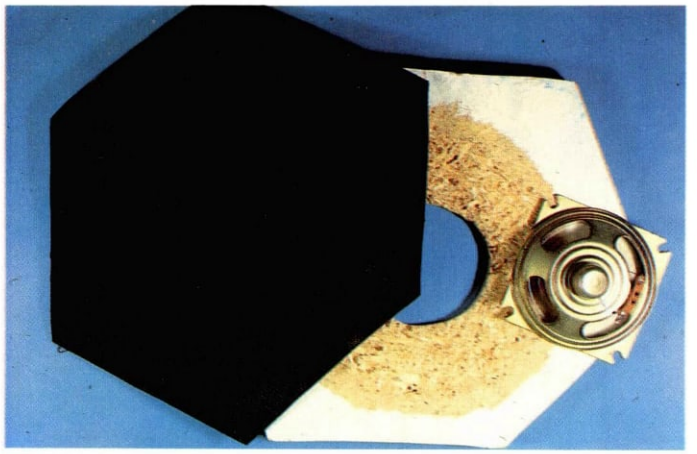
El potenciómetro P17, situado a la salida



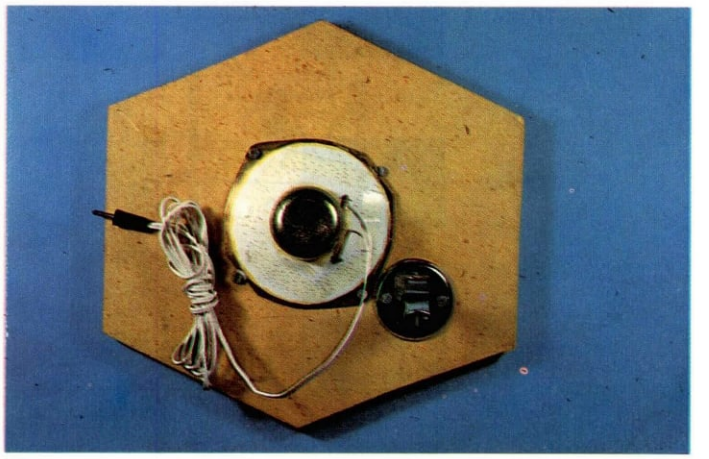
7 *Para terminar el trabajo sobre la placa del circuito impreso, se colocarán los espadines, que nos facilitan el trabajo de cableado. También se colocan en este paso las dos bobinas; estos componentes no poseen polaridad, por lo cual su colocación no ofrece dificultad alguna.*



8 *El cableado del montaje no tiene dificultad, y bastará seguir el diagrama de conexionado para las conexiones de entrada de captadores y potenciómetros de instrumentos. Se usa cable normal, salvo para la salida, que se utiliza cable apantallado.*



11 *Es conveniente marcar sobre la parte posterior de la caja, en cada uno de los «jack», el instrumento que le corresponde; para esto se aconseja la utilización de letras transferibles y protegerlas con laca de uñas transparente.*



12 *Aspecto final de la parte delantera de la percusión electrónica; pueden observarse todos los mandos de control de los diversos instrumentos que componen la misma. Dado que lleva una fuente de alimentación, el mando de encendido también se encuentra en la parte delantera.*

de este paso, constituye el volumen general del circuito de la batería.

Montaje

Este no presentará dificultad alguna si se utiliza la placa de circuito impreso original.

Bastará prestar especial atención a la introducción de los circuitos integrados en los zócalos, respetando su polaridad, así como a la calidad de las soldaduras en general.

Los altavoces que actúan como elementos sensores o captadores deben montarse por la parte inferior de la lámina que deberán golpear las baquetas. Si desea un mayor realismo, estos captadores podrían situarse en el exterior acoplados a elementos que simulen la pieza real de la batería, aunque estos temas los dejamos a la imaginación de cada lector.

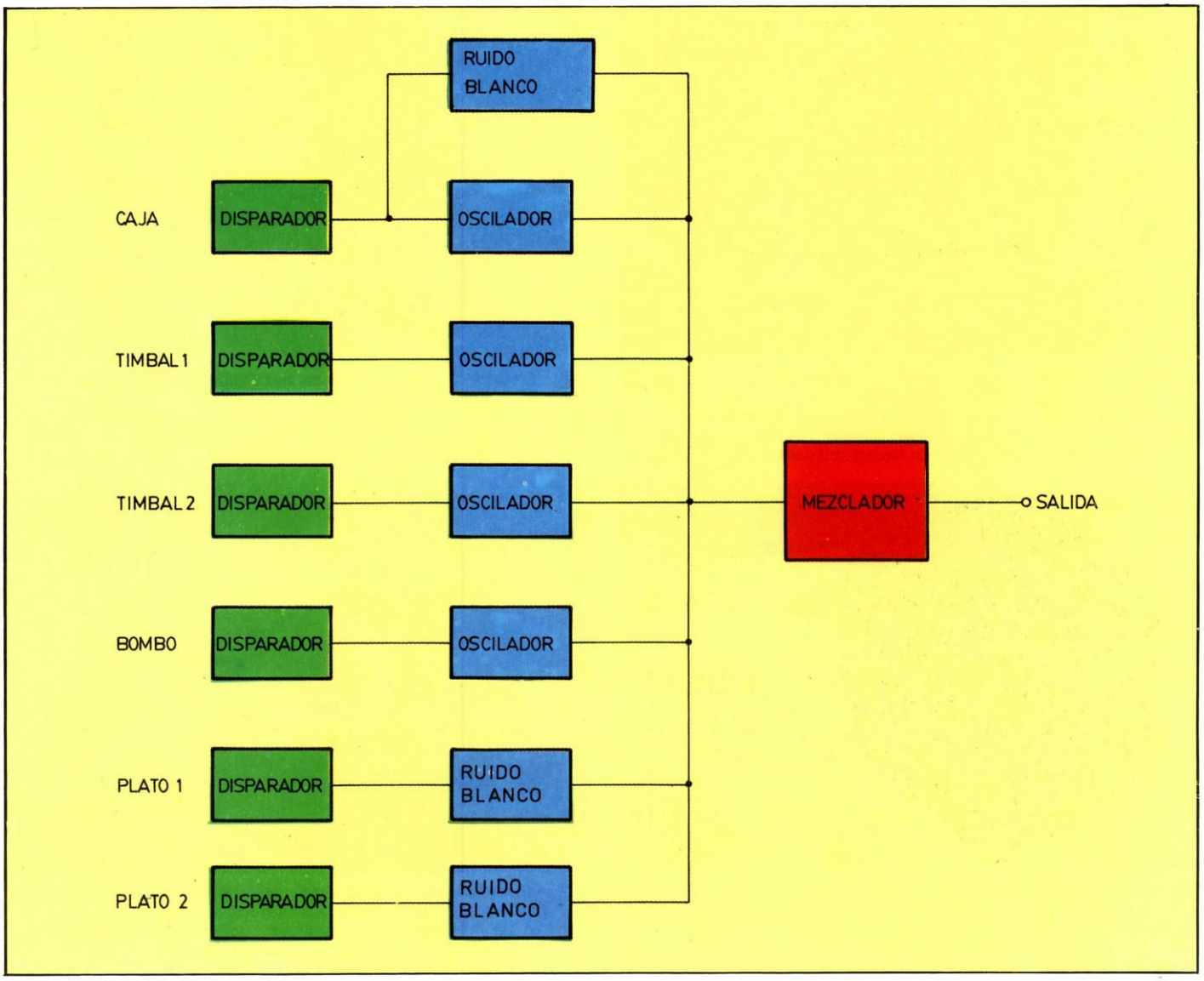
La polaridad de conexión de los altavoces es independiente, ya que no existirá interacción alguna entre ellos al manejar señales muy bajas. Su labor es únicamente la de transmitir al circuito de disparo las vibraciones que sobre la lámina que los cubre realiza la baqueta.

Ajuste

En primer lugar cortocircuitaremos los circuitos captadores (altavoces), uniendo entre sí sus dos terminales, situaremos P15 y P17 en la posición de máximo volumen y P7, P9, P11, P13 en su posición más cercana a masa (mínimo volumen). Actuando ahora sobre P14 escucharemos un sonido en el amplificador de salida. Una vez logrado esto giraremos nuevamente P14 en sentido contrario hasta dejar de escuchar dicho sonido. Una vez llegados a este punto podríamos seguir girando en el mismo sentido, consiguiendo de esta forma que el tiempo de la oscilación sea mayor o menor, según el gusto del usuario.

A continuación ajustaremos P4, de forma

Diagrama de bloques que permite hacerse una idea clara de las partes que componen el montaje.



que no se produzca distorsión cuando golpeemos sobre el altavoz CP4.

El ajuste del resto de los instrumentos se realiza de idéntica forma, situando su salida en la posición de máximo volumen mediante el correspondiente potenciómetro y bajando a cero el volumen de los demás.

El ajuste del oscilador de caja se realizará de la misma forma, con P9 (generador de ruido blanco) al mínimo recorrido. Una vez conseguido un correcto ajuste del oscilador principal de la caja, actuaremos sobre P9, elevando el nivel del efecto bordón, y comprobando su perfecto funcionamiento.

Una vez realizado el ajuste de cada instrumento por separado, los potenciómetros de volumen parcial permitirán ajustar el nivel de cada instrumento según el efecto deseado y el tipo de música a interpretar.

Sobre los circuitos de los platos actuaremos de igual forma que en el caso anterior. Con los potenciómetros P18 y P20 ajustamos el margen de trabajo en frecuencia de los generadores de ruido blanco. Mientras que con P16 y P21 ajustaremos el volumen de los platos.

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1, R10, R15, R24, R33, R42, R51 - Resistencias 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R2, R11, R12, R16, R25, R34, R43, R46, R50, R52, R57, R58 - Resistencias 1 M 1/4 W (marrón, negro, verde).
R3, R14, R17, R26, R35, R44, R48, R53, R55 - Resistencias 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R4, R13, R18, R27, R36, R47, R56 - Resistencias 27 K 1/4 W (rojo, violeta, naranja).
R5, R19, R28, R37 - Resistencias 150 K 1/4 W (marrón, verde, amarillo).
R6, R7, R20, R21, R29, R30, R38, R39 - Resistencias 56 K 1/4 W (verde, azul, naranja).
R8, R22, R31, R40, R45, R54 - Resistencias 22 K 1/4 W (rojo, rojo, naraja).
R9, R23, R32, R41, R49 - Resistencias 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).

CONDENSADORES

C1, C2 - Condensadores 33 nF poliéster.
C3, C4 - Condensadores 10 nF poliéster.
C5, C6, C9, C10, C15, C16, C17, C21, C22, C27, C28, C33, C34, C36, C37, C38, C39, C40, C41 - Condensadores 100 nF poliéster.
C7 - Condensador 2,7 nF cerámico.
C8, C11, C12, C25, C26 - Condensadores 56 nF poliéster.
C13, C14 - Condensadores 22 nF poliéster.
C18 - Condensador 82 nF poliéster.
C19, C20 - Condensadores 39 nF poliéster.
C23, C24 - Condensadores 150 nF poliéster.
C29 - Condensador 220 nF poliéster.
C30 - Condensador 4,7 nF poliéster.
C31 - Condensador 47 nF poliéster.
C32 - Condensador 560 pF cerámico.
C35 - Condensador 15 pF cerámico.
C42 - Condensador 1μF electrolítico, 63 V.
C44, C45, C47, C49, C50 C51, C52, C53, C54, C55, C56 - Condensadores 100 nF poliéster.
C43 - Condensador 330 nF cerámico.
C46 - Condensador 22 nF poliéster.
C48 - Condensador 1 nF poliéster.

POTENCIOMETROS

P1, P2, P3, P4, P5, P19 - Potenciómetros ajustables horizontal miniatura 22 K.
P6, P10, P12, P14 - Potenciómetros ajustables horizontal miniatura 1 M.
P18, P20 - Potenciómetros ajustables horizontal miniatura 100 K.
P7, P9, P11, P13, P15, P16, P21 - Potenciómetros de eje para panel 100 K log.
P8 - Potenciómetro de eje para panel 100 K lin.
P17 - Potenciómetro de eje para panel 10 K log.

SEMICONDUCTORES
DIODOS

D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 - Diodos 1N4148.
Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, Tr5, Tr6 - Transistores SC107.
CI1 - Circuito integrado 4011.
CI2, CI3, CI4, CI5, CI6 - Circuitos integrados 741.
CI7 - Circuito integrado TL081.

BOBINAS

2 bobinas de 100 mH.

VARIOS

— 6 altavoces de 8 Ω 4 pulgadas.
— 6 «jack» macho pequeños.
— 6 «jack» hembra, pequeños.
— 42 espadines
— Caja ELBOX RE 4.
— 7 zócalos 8 patillas.
— 1 zócalo 14 patillas.
— 1 jack hembra grande.

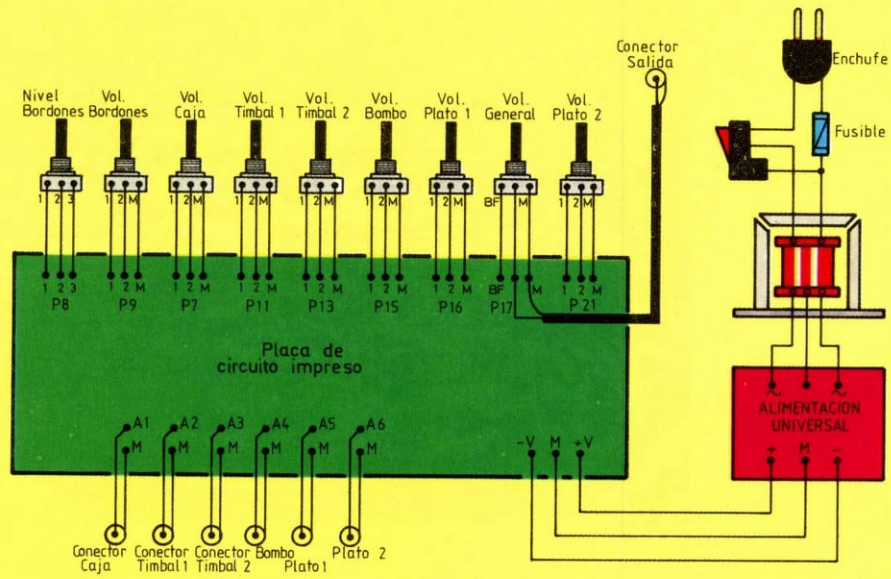
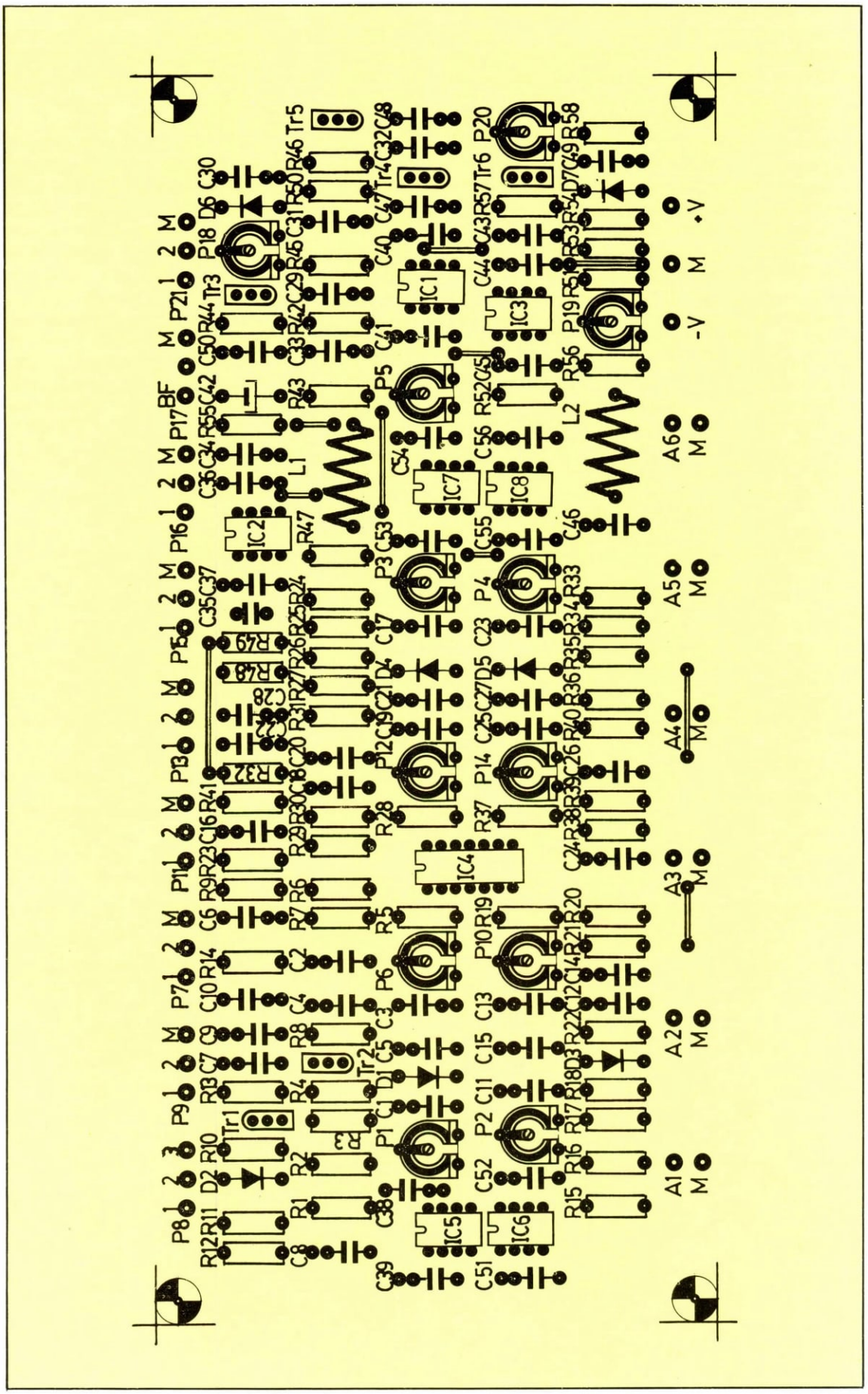
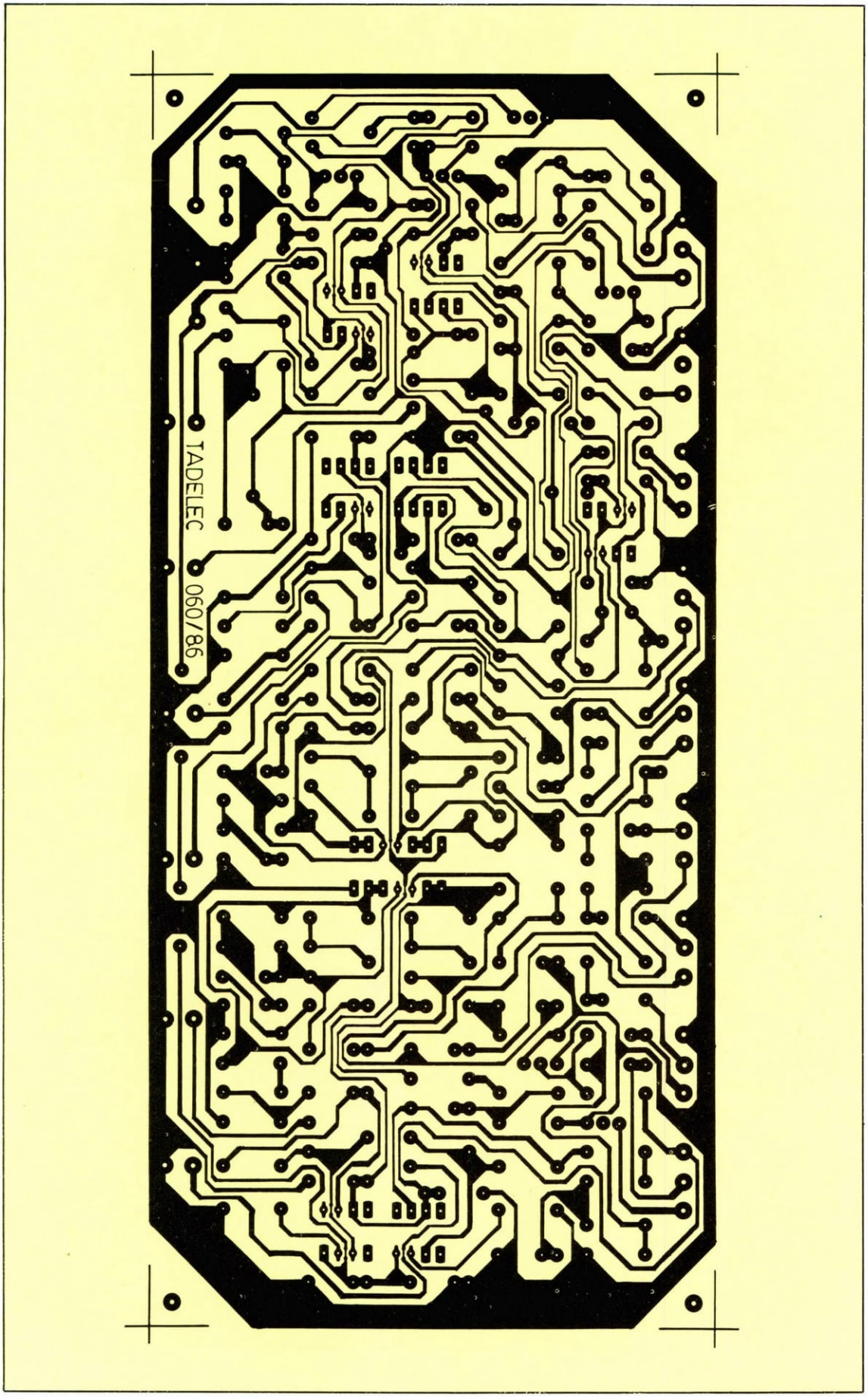


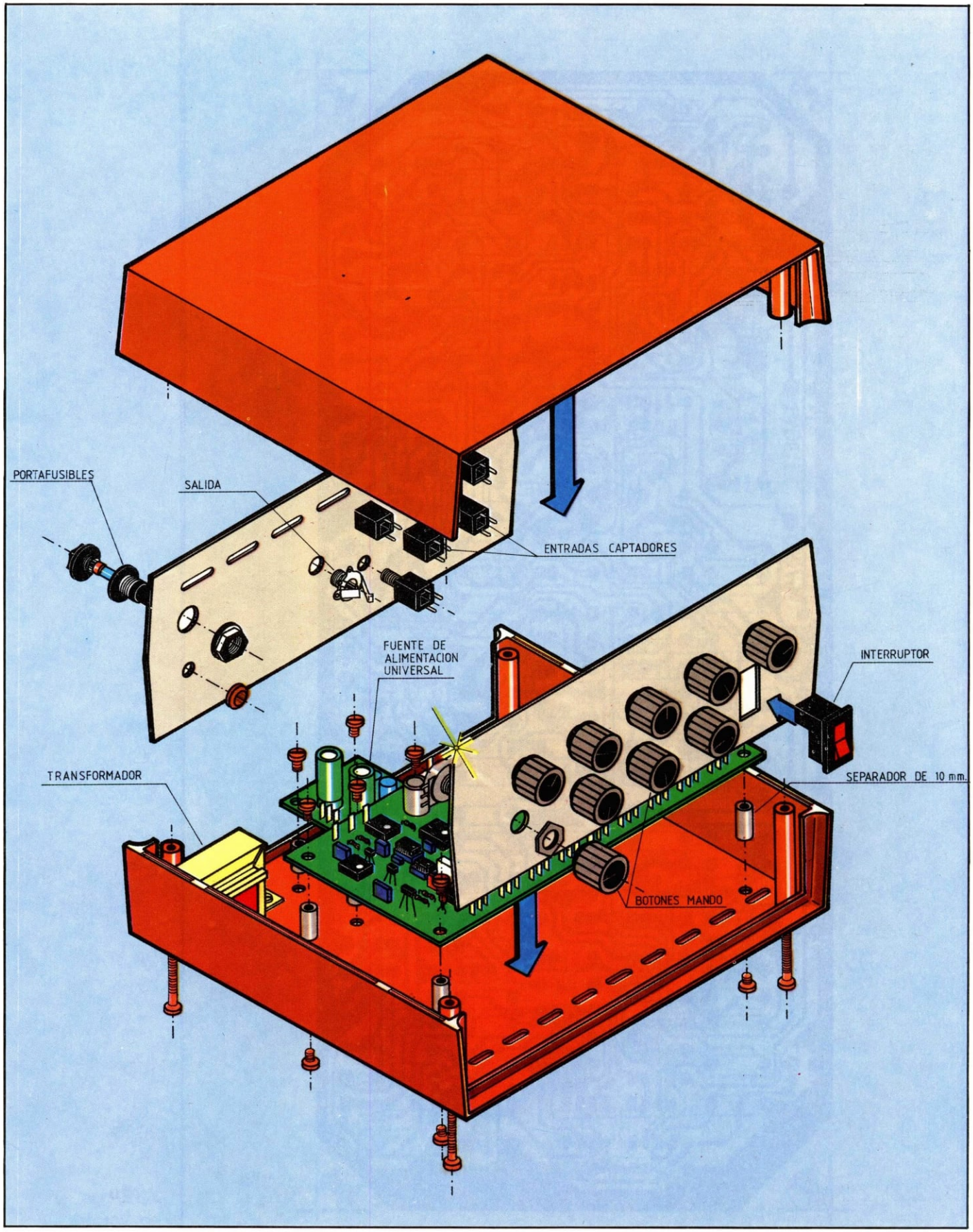
Diagrama de cableado.



Serigrafía de componentes en la placa de circuito impreso.



Circuito impreso por el lado del cobre a tamaño real.



 Despiece completo de la percusión electrónica.

TV VIA SATELITE. UNIDAD INTERIOR Y EXTERIOR

Una instalación para recibir los canales de TV vía satélite es bastante más compleja que una instalación de TV normal, no solamente por las antenas necesarias para la recepción (parabólicas), sino porque también cambia la configuración normal de la instalación. Mientras que una sólo necesita unos componentes elementales de reparto, la propia antena, y si fuera necesario algún que otro amplificador; la otra, además de las antenas parabólicas correctamente orientadas en azimut y elevación y su conversor de frecuencia colocado en el foco de la parábola, requiere otro dispositivo más: la unidad interior o sintonizador.

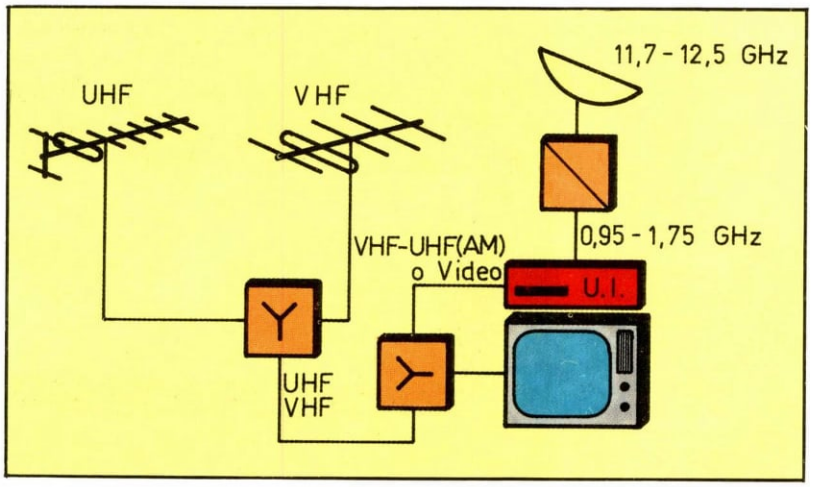
La frecuencia de las señales de TV enviadas por el conversor va desde 0,95 hasta 1,75 GHZ (recordemos que las enviadas por el satélite son de 11,7 a 12,5 GHz). Vemos, pues, que a esa nueva banda de frecuencias han sido convertidos todos los canales recibidos por la antena, por lo que se hace necesario otro dispositivo llamado unidad interior. Este elemento se comporta de igual manera que un sintonizador de los que estamos acostumbrados a utilizar; seleccionará un canal en RF (Radio Frecuencia), extrayendo del mismo la información de vídeo y sonido que deseamos obtener del canal en cuestión.

No es de extrañar, por lo tanto, la gran complejidad que tienen estas unidades, lo que de alguna manera justifica su precio tan elevado.

Las unidades interiores pueden ser de dos tipos: unidades de sintonía fija y unidades de sintonía variable; aunque ello dependerá en gran medida de la marca comercial empleada, pues los dos tipos pueden estar integrados en la misma unidad, esto es: una selección exterior determinará si el canal elegido es uno ya preseleccionado o se sintonizará con un mando exterior igual que cualquier receptor/sintonizador.

Unidad interior de sintonía fija

Este equipo está diseñado y pensado para ser instalado en los sistemas de recepción comunitarios, donde todos los canales suministrados por la unidad exterior deberán estar presentes simultáneamente en la línea de distribución, y además dispone de buen CAF (Control Automático de Frecuencia), para impedir que varíe su sintonía.



El dibujo nos muestra por un lado la instalación normal de TV con su mezclador de VHF-UHF correspondiente, y por otro un sistema completo de recepción vía satélite, donde la salida de la unidad interna es mezclada con las señales anteriores.

Como cada sintonizador, suministra la salida de un solo canal preseleccionado; si se desean más canales simultáneos se hará necesario disponer en la instalación de tantos sintonizadores como canales simultáneos se quieran ver.

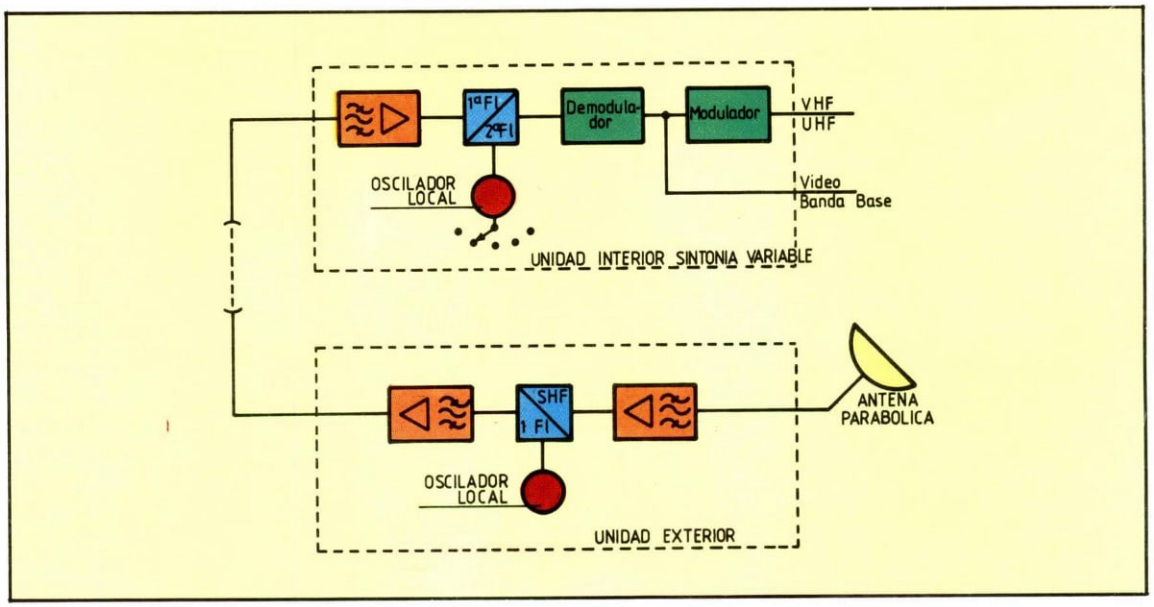
Unidad de sintonía variable

Como se deduce por el nombre, tiene la posibilidad de sintonizar un solo canal entre varios mediante un mando destinado para tal fin. Su sintonía se asemeja mucho a la de cualquier sintonizador de radiodifusión, donde solamente es posible recibir o sintonizar una estación. Para cambiar de canal bastará con girar o pulsar (dependerá del tipo de sintonizador) un mando. Por lo cual es el tipo de sintonizador indicado para los sistemas de recepción individual, donde no se hace necesario poner varios canales simultáneamente en la línea de distribución.

Adaptación de las señales procedentes de la unidad interior

Tanto en las unidades de sintonía fija como en las unidades de sintonía variable, las señales de salida se presentan como señales de vídeo y audio, por lo que se hace necesario colocar un modulador de RF (Radio Frecuencia), con lo que las señales obtenidas se convertirán a una frecuencia elegida dentro de la banda de los canales normales de TV, UHF o VHF.

En una instalación de TV individual, las señales procedentes de la antena de UHF son «mezcladas» con las de VHF en un mezclador, el cual a través de una única salida coloca en la línea de distribución todos los canales de VHF y UHF captados por las antenas. Pues bien, a estas señales hay que combinarlas nuevamente en otro mezclador con las procedentes de la unidad interior o sintoniza-



Esquema en bloques de una instalación completa de recepción vía satélite. La unidad interior mostrada es del tipo de sintonía variable, aunque no son muy grandes las diferencias con la de sintonía fija. El modulador proporciona salidas en la banda de UHF o VHF.

Esta fotografía nos muestra uno de los muchos tipos de unidades interiores existentes. En ella se pude apreciar un conmutador que determinará si la sintonía es la fijada por el preajuste, o es la variable por medio del mando exterior.

dor, para así obtener en su salida todos los canales anteriores y el sintonizado por la unidad interior.

La frecuencia o canal elegido para el modulador no deberá coincidir de ninguna de las maneras con los canales de las señales captadas por las antenas de VHF y UHF, por lo que su elección dependerá de los repetidores o emisores que haya en la zona.

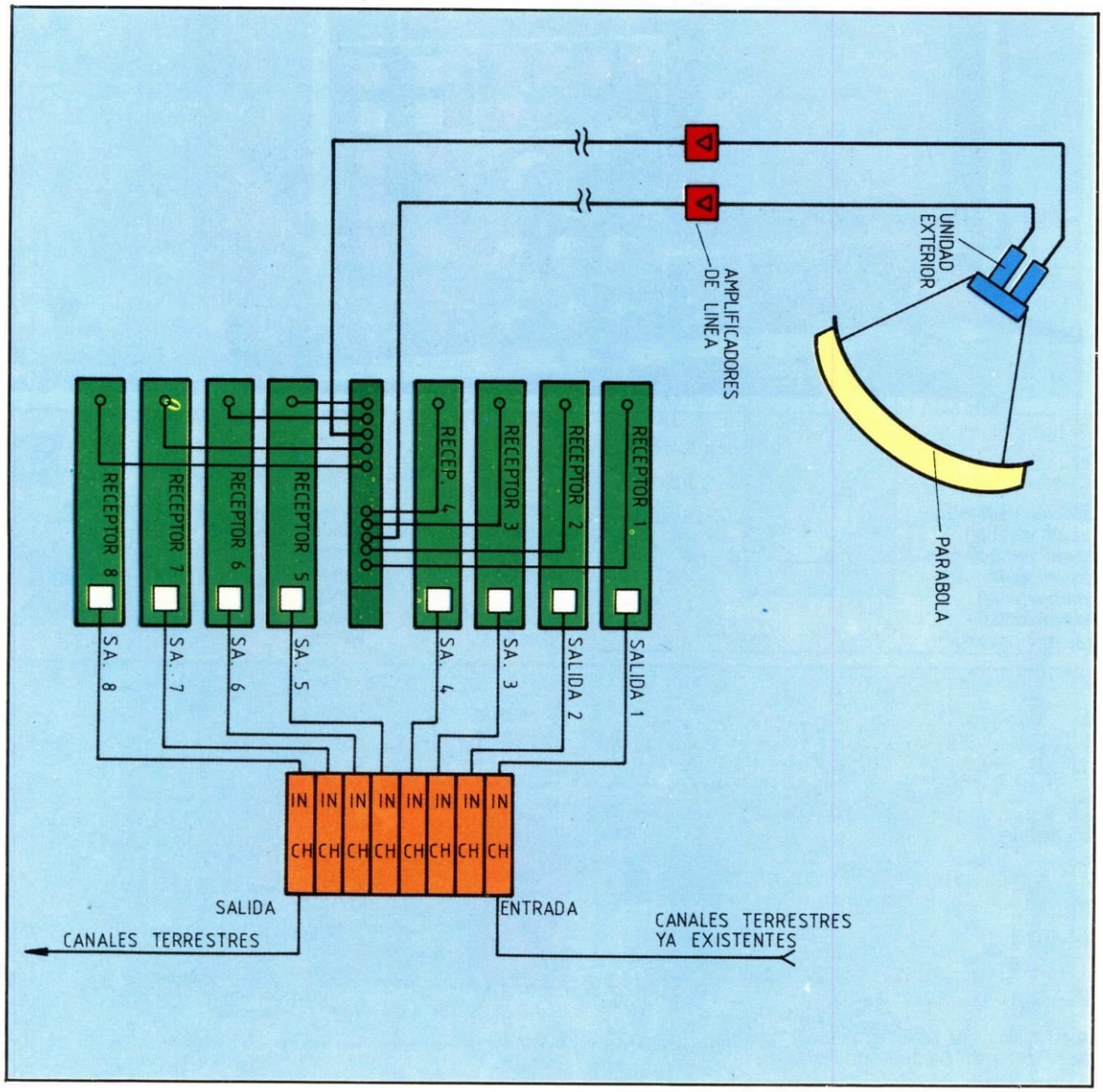
En instalaciones comunitarias la adaptación de las señales es bastante más compleja, pues, como se dijo anteriormente, serán necesarias tantas unidades interiores como canales se quieran ver en los televisores. Por esta razón, como primera medida, las señales procedentes de la unidad exterior hay que repartirlas entre todos los sintonizadores instalados y ajustar cada uno de ellos (sintonía fija) a uno de los canales a recibir.

La señal del modulador instalado en cada uno de los sintonizadores deberá ser de distinta frecuencia para que así pueda recibir el mismo tratamiento que las señales procedentes de las otras antenas de TV, amplificarlas y repartirlas.

Resumen final

Después de describir el sistema y proceso necesario para captar las señales de TV vía satélite, pocas cosas hay que añadir, salvo insistir en la correcta instalación de la antena parabólica, pues como ya se dijo, el nivel de señal recibido es muy bajo, por lo que es necesario optimizar la orientación de la antena para conseguir la mayor ganancia posible. Esto requiere estructuras sumamente rígidas con objeto de garantizar ésta en cualquier condición climatológica, así como un sistema preciso de orientación y ajuste.

El demodulador incorporado en las unidades interiores o sintonizadores tiene un bucle



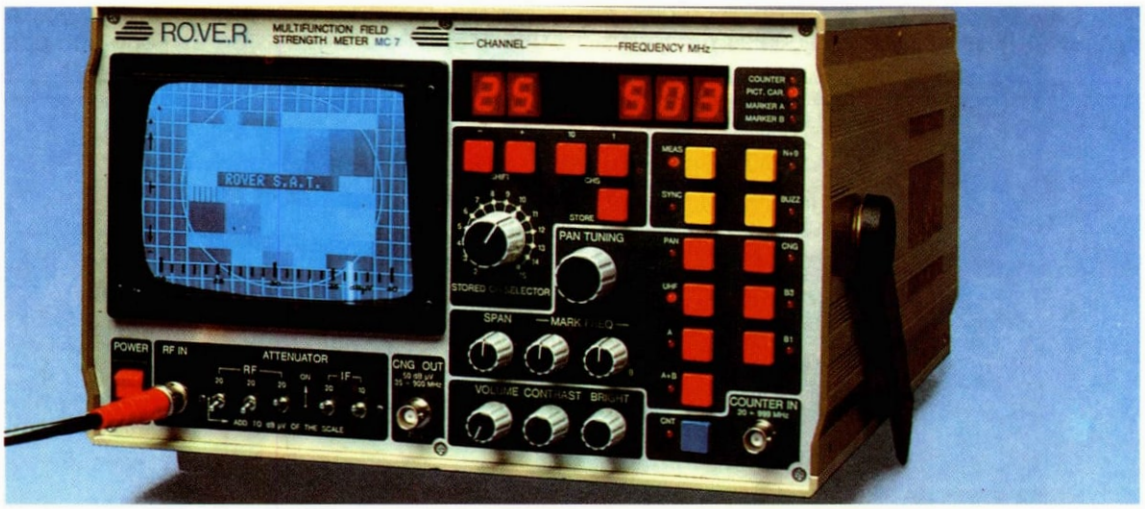
Esquema general de una instalación de recepción comunitaria. Podemos apreciar que existe un sintonizador por cada uno de los canales a recibir y que las señales procedentes de los moduladores son amplificadas por los amplificadores monocanales.

de control automático de ganancia que controla el nivel de señal presentado, dentro de un rango de las señales de entrada.

Normalmente en casi todas las marcas comerciales, la tensión proveniente del CAG (Control Automático de Ganancia) se hace accesible desde el exterior para facilitar la orientación de las parábolas. Por lo que un ajuste, llamémoslo fino, de la orientación se puede realizar midiendo precisamente la tensión del CAG.

Algunos fabricantes han comenzado a incorporar en sus sistemas circuitos electromecánicos para orientar las parábolas. Este detalle es sumamente importante en las instalaciones individuales donde se hace necesario tener una antena orientada a cada satélite: una al Intelsat V y otra al ECS1; siempre y cuando se quiera recibir los programas emitidos por ambos. Con este sistema electromecánico es necesario una sola antena, y su orientación se hace desde el interior de la vivienda dependiendo del satélite que se quiera recibir. Pero, claro, este sistema no es válido para instalaciones colectivas donde se hace necesario recibir simultáneamente los dos satélites.

En la tabla podemos comprobar las emisoras existentes así como los programas emitidos. Dentro de estos programas los encontramos de todo tipo: informativos, deportes, musicales, películas, etc. Con los próximos satélites de mayor potencia (DBS = Direct Broadcasting Satellite = Satélite para la radiodifusión directa), la TV vía satélite comenzará a ser ampliamente utilizada tanto por las cadenas privadas como por las públicas, ya que tienen muchísima mayor cobertura sin necesidad de tantos repetidores. Además, las instalaciones para su recepción serán menos complejas y más baratas que las necesarias para recibir los satélites actuales.



Esta «preciosidad» de equipo ya no solamente es un medido de campo sino que también es frecuencímetro, analizador de espectro, reflectómetro, etc., etc., necesario para los profesionales e instalaciones de TV vía satélite.

ECS-1		
— *Music Box (polarización vertical)*	*Inglaterra*	*Videoclips las veinticuatro horas*
— *Teleclub (polarización vertical)*	*Suiza*	*Varios*
— *Film Net (polarización vertical)*	*Bélgica*	*Varios*
— *Sat-1 (polarización vertical)*	*Alemania*	*Varios*
— *Rai-I (polarización horizontal)*	*Italia*	*Varios*
— *TV-5 (polarización horizontal)*	*Francia*	*Varios*
— *Olympus (polarización horizontal)*	*Holanda*	*Varios*
Codificados		
— *Sky Channez*	*Inglaterra*	
— *PKS*	*Alemania*	
Intelsat-V		
— *Screen Sport*	*Inglaterra*	*Deportes*
— *Ten (The Children Channel)*	*Inglaterra*	*Niños*
— *Mirror Vision*	*Inglaterra*	*Varios*
— *Premiere*	*Inglaterra*	*Varios*
— *CNN*	*Americano*	*Noticias*
Gorizont		
— *Televisión rusa*	*Rusia*	*Varios*

Tabla de las emisoras que utilizan los satélites para la emisión de sus programas y que se reciben también en España.

4047

El circuito integrado 4047 está diseñado especialmente para la construcción de multivibradores astables o monoestables. El período de oscilación, o la duración del impulso de salida del monoestable, viene determinado por el valor óhmico de una resistencia que se conecta entre las patillas 3 y 2, y por la capacidad del condensador, conectado éste entre las patillas 1 y 3.

Para el funcionamiento astable: se pondrá a nivel alto la patilla 5, o bien a nivel bajo la patilla 4. La frecuencia de salida en las salidas Q y $\bar{Q}$, con un ciclo útil del 50 por 100, está determinada por los dos componentes externos (R y C) citados anteriormente. Es posible obtener una salida a frecuencia doble en la patilla 13, pero en este caso no se asegura la simetría de la onda, o sea, el 50 por 100 de ciclo útil.

Para el funcionamiento como monoestable el dispositivo se disparará por una transición de nivel bajo a nivel alto, en la patilla 8 (disparo +), o por una transición de nivel alto a bajo utilizando la entrada de disparo (−), patilla 6. Una transición de ambos produce el redisparo.

Un nivel alto en la entrada de reset (patilla 9) pone la salida Q a nivel bajo y la salida $\bar{Q}$ a nivel alto.

Características destacadas

Tensión de alimentación comprendida entre 3 y 15 V.

Alta inmunidad al ruido: 0,45 V_{DD}.

Compatible con TTL de bajo consumo: Fan-out de dos puertas 74L o una 74 LS.

Consumo muy reducido.

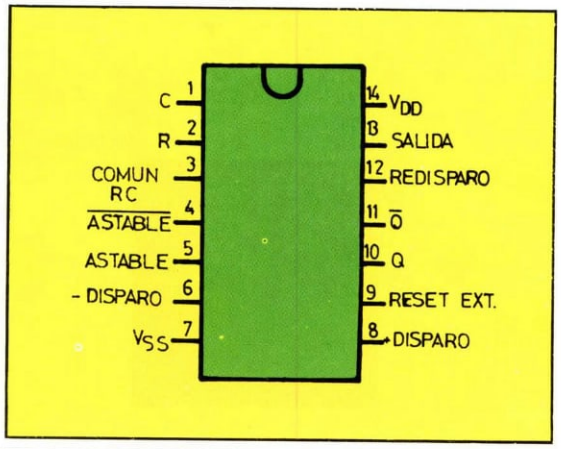
Utilizable como astable o monoestable.

Salidas «buffer» verdadera, o complementaria.

Necesita solamente dos componentes externos.

Funcionamiento como monoestable

Disparo por flanco de subida, o de bajada.



Distribución de patillas.

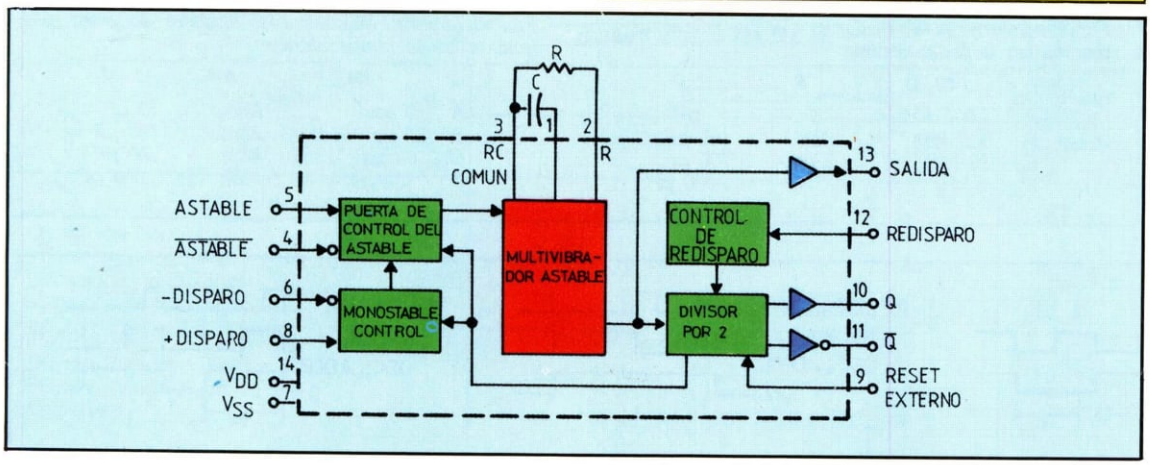
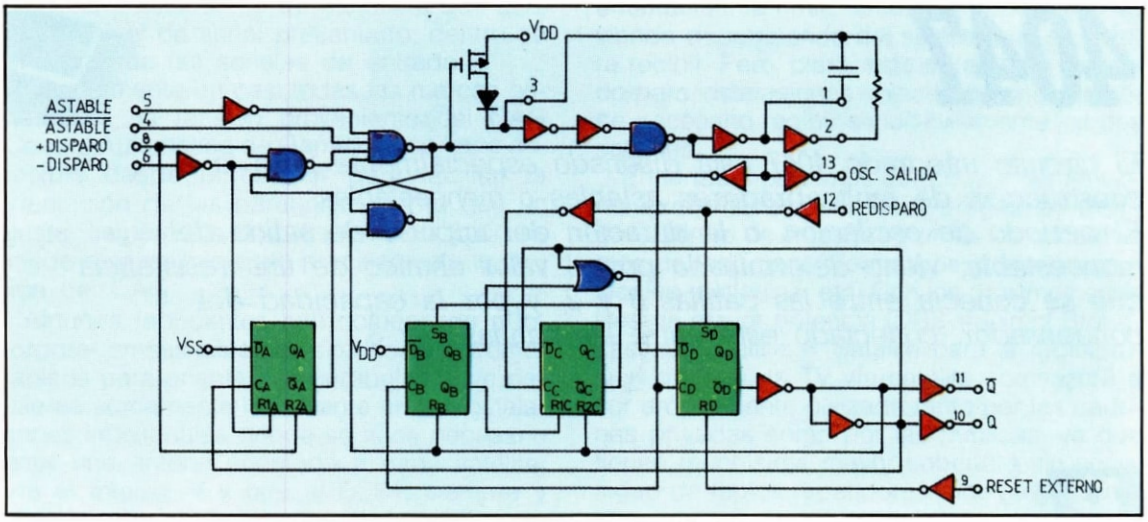
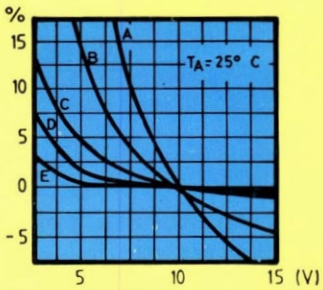


Diagrama de bloques y conexionado de los dos componentes externos que fijan los intervalos de tiempo.

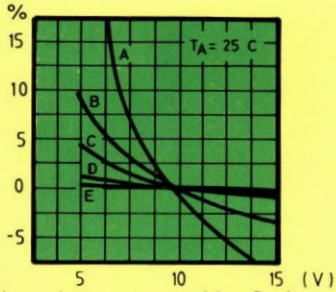
Diagrama lógico interno.





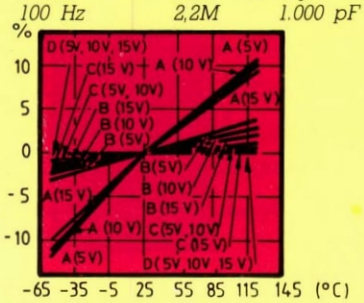
Funcionamiento astable. Curva del período típico en las salidas (Q, Q̄, salida oscilador) en función de la tensión de alimentación.

	fO, Q̄	R	C
A	1.000 kHz	22k	10 pF
B	100 kHz	22k	100 pF
C	10 kHz	220k	100 pF
D	1 kHz	220k	1.000 pF
E	100 Hz	2,2M	1.000 pF



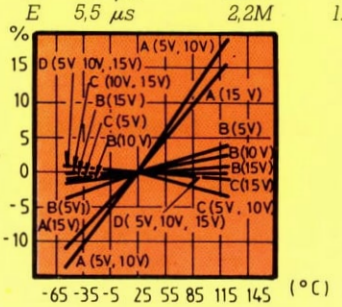
Funcionamiento monoestable. Anchura del pulso en función de la tensión de alimentación.

	tM	R	C
A	2 μs	22k	10 pF
B	7 μs	22k	100 pF
C	60 μs	220k	100 pF
D	550 μs	220k	1.000 pF
E	5,5 μs	2,2M	1.000 pF



Funcionamiento astable. Curva del período típico en función de la temperatura.

	fQ, Q̄	R	C
A	1.000 kHz	22k	10 pF
B	100 kHz	22k	100 pF
C	10 kHz	220k	100 pF
D	1 kHz	220k	1.000 pF



Funcionamiento monoestable. Anchura de pulso en función de la temperatura.

	tM	R	C
A	2 μs	22k	10 pF
B	7 μs	22k	100 pF
C	60 μs	220k	100 pF
D	550 μs	220k	1.000 pF

Diagramas de tiempos.

Anchura del pulso de salida independiente de la duración del pulso de entrada.

Posibilidad de redisparo.

Pulsos de gran duración con componentes externos poco voluminosos.

Funcionamiento como astable

Puede elegirse entre oscilación libre o controlada.

Onda de salida simétrica: 50 por 100 de ciclo útil.

Dispone de una salida de oscilador de frecuencia doble, pero en este caso no se garantiza la simetría.

Buena estabilidad en frecuencia: desviación de frecuencia típica del 2 por 100, 0,03 por 100/°C a 100 kHz y V_{DD} = 10 V + 10 por 100.

Valores límite de funcionamiento

Tensión de alimentación continua (V_{DD}): −0,5 a 18 V.

Tensión de entrada: desde −0,5 a V_{DD} + 0,5 V.

Temperatura de almacenamiento: −65 a 150 °C.

Disipación máxima: 500 mW.

Temperatura de soldadura (10 segundos máx.): 260 °C.

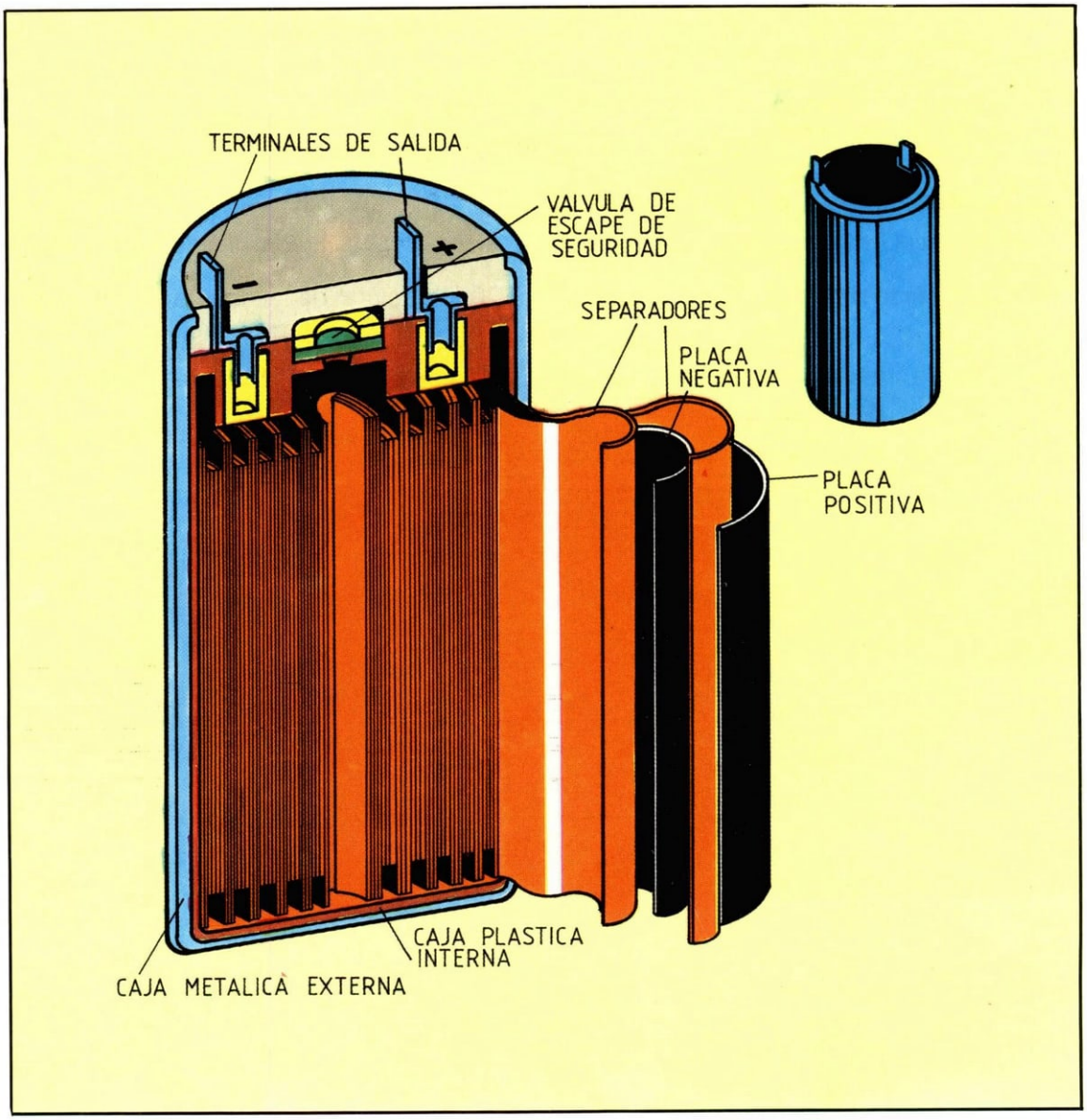
Tensión de alimentación recomendada: entre 3 y 15 V.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

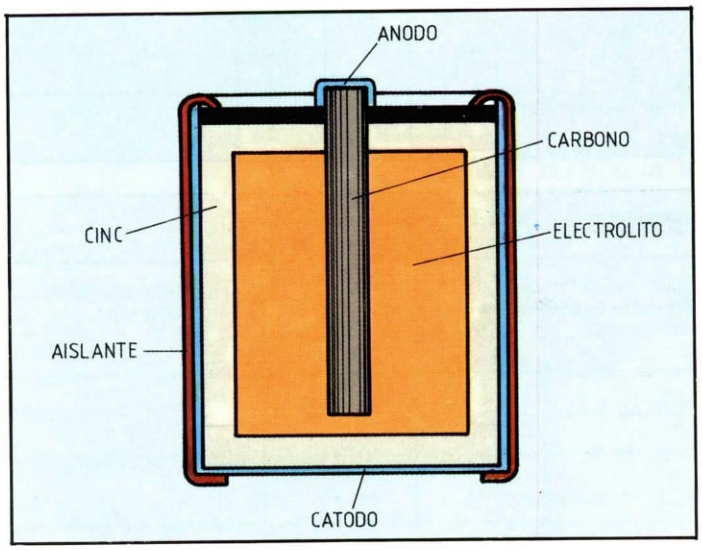
Parámetro	Condiciones	−55 °C		25 °C			125 °C		Unidades
		Mín.	Máx.	Mín.	Tip.	Máx.	Mín.	Máx.	
Corriente de reposo	V_{DD} = 5 V V_{DD} = 10 V V_{DD} = 15 V		5 10 20			5 10 20		150 300 600	μA
Tensión de salida a nivel bajo	$\|I_O\|$<1 μA V_{DD} = 5 V V_{DD} = 10 V V_{DD} = 15 V		0,05 0,05 0,05		0 0 0	0,05 0,05 0,05		0,05 0,05 0,05	V
Tensión de salida a nivel alto	$\|I_O\|$<1 μA V_{DD} = 5 V V_{DD} = 10 V V_{DD} = 15 V	4,95 9,95 14,95		4,95 9,95 14,95	5 10 15		4,95 9,95 14,95		V
Tensión de entrada para nivel bajo	V_{DD} = 5 V, V_O = 0,5 V o 4,5 V V_{DD} = 10 V, V_O = 1 V o 9 V V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V o 13,5 V		1,5 3,0 4,0		2,25 4,5 6,75	1,5 3,0 4,0		1,5 3,0 4,0	V
Tensión de entrada para nivel alto	V_{DD} = 5 V, V_O = 0,5 V o 4,5 V V_{DD} = 10 V, V_O = 1 V o 9 V V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V o 13,5 V	3,5 7,0 11,0		3,5 7,0 11,0	2,75 5,5 8,25		3,5 7,0 11,0		V
Corriente de salida a nivel bajo	V_{DD} = 5 V, V_O = 0,4 V V_{DD} = 10 V, V_O = 0,5 V V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V	0,64 1,6 4,2		0,51 1,3 3,4	0,88 2,25 8,8		0,36 0,9 2,4		mA
Corriente de salida a nivel alto	V_{DD} = 5 V, V_O = 4,6 V V_{DD} = 10 V, V_O = 9,5 V V_{DD} = 15 V, V_O = 13,5 V	−0,64 −1,6 −4,2		−0,51 −1,3 −3,4	−0,88 −2,25 −8,8		−0,36 −0,9 −2,4		mA
Corriente de entrada	V_{DD} = 15 V, V_{IN} = 0 V V_{DD} = 15 V, V_{IN} = 15 V		−0,1 0,1		-10^{-5} 10^{-5}	−0,1 0,1		−1,0 1,0	mA

TABLA DE VERDAD

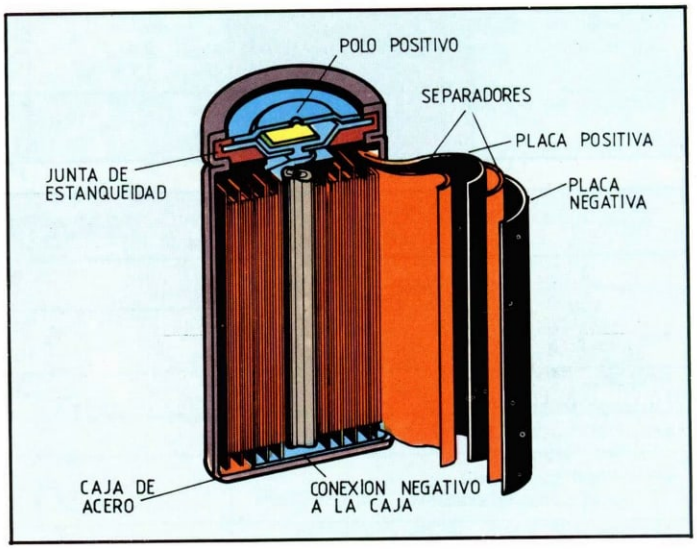
Función	Conexión de terminales			Pulso de salida	Período o anchura de pulso
	a V_{DD}	a masa	Entrada impulso		
Astable:					
Oscilación libre	4, 14	5, 6, 7, 9, 12	8	10, 11	
Oscilación controlada Entrada verdadera	4, 8, 14	5, 7, 9, 12	6	10, 11	M(10, 11) = 2,48 RC
Oscilación controlada Entrada complementaria	4, 14	5, 6, 7, 9	8, 12	10, 11	
Monoestable:					
Dispara flanco positivo	4, 5, 6, 14	7, 8, 9, 12		10, 11, 13	tA(10, 11) = 4,40 RC
Disparo flanco negativo	4, 6, 14	7, 8, 9, 12	5	10, 11, 13	
Redisparo	6, 14	5, 7, 8, 9, 12	4	10, 11, 13	tA(13) = 2,20 RC



Composición de una batería de plomo hermética, con una tensión de 2 V por célula. Para tensiones superiores se conectan en serie tantas células como sean necesarias. Su composición básica es plomo y una disolución de ácido sulfúrico en agua.



Estructura interna de una pila de cinc-carbono, donde podemos apreciar la barra de carbón rodeada de un material absorbente impregnado en electrólito. Es el modelo más común que existe en la actualidad debido a su bajo precio.



Esta sección nos muestra una batería de níquel-cadmio, en la que podemos apreciar los electrodos en forma de láminas enrolladas y separadas por un aislante. Su composición básica es níquel, cadmio y una disolución de hidróxido potásico en agua.

PILAS Y BATERIAS

Desde que Volta descubrió la corriente que circulaba por la unión efectuada entre una placa de cinc y otra de cobre separadas por una tela impregnada en ácido sulfúrico, podemos asegurar que muchos son los tipos, tamaños y capacidades de las pilas y baterías desarrolladas.

El propio Volta, después de su primer experimento, realizó otro con una disolución de ácido sulfúrico en agua (electrólito), y dos varillas: una de cobre y otra de cinc. Entre la varilla de cobre y la de cinc apareció una diferencia de potencial con el polo positivo en la primera varilla y el negativo en la segunda. Pero a pesar de las diferencias entre unas y otras pilas y baterías desarrolladas, en todos los casos presentan una estructura que contiene los tres elementos básicos: dos electrodos y un electrólito, aunque se diferencien en gran número de propiedades.

Podemos clasificar las baterías en dos grupos, atendiendo a su forma de trabajo y a sus propiedades: baterías no recargables (pilas), y baterías recargables.

Las primeras solamente permiten un proceso de descarga, debido a que las reacciones químicas internas no son reversibles, mientras que las segundas permiten un número casi ilimitado de cargas y descargas.

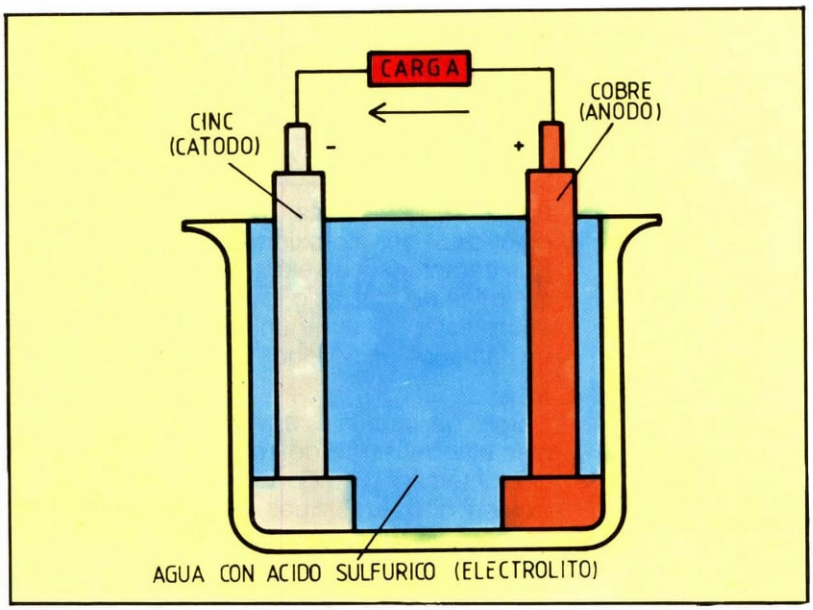
Baterías no recargables

A todas las baterías de este grupo son a las que se aplica la denominación de *pilas*, reservando el nombre de *baterías* para las del segundo grupo (baterías recargables). Como pilas más conocidas son las siguientes:

— pila de cinc-carbono
— pila alcalina
— pila de mercurio
— pila de plata
— pila de litio.

En las pilas de cinc-carbono la caída de tensión durante la descarga aumenta con el tiempo, resultando muy crítico determinar el nivel límite de funcionamiento de los equipos con ellas alimentados. Sin embargo, en las pilas de mercurio y de plata no presentan este problema, ya que tienen una curva de variación con la carga plana durante el 95 por 100 de su vida, cayendo bruscamente a partir de ese momento.

Otro concepto importante es la recuperación de tensión. Este efecto se manifiesta en equipos con funcionamiento intermitente, en los que las pilas tienden a recuperarse durante los períodos de apagado. Las pilas de cinc-carbono tienen una recuperación de tensión muy apreciable, de forma que prácticamente doblan su vida útil de pasar de una descarga constante a una intermitente. Las alcalinas aumentan su vida alrededor del 20 por 100 para estas condiciones. Sin embargo, las de mercurio y plata tienen la misma vida útil en descarga constante o intermitente.



Con dos barras, una de cobre y otra de cinc, separadas a una cierta distancia y bañadas por una disolución de ácido sulfúrico en agua (electrólito), aparecerá una diferencia de potencial eléctrico entre las dos barras, con el polo positivo en la primera varilla y el negativo en la segunda.

Pilas de cinc-carbono

Este es el modelo más común que existe en la actualidad. Proporciona una tensión de 1,5 V y la corriente que puede suministrar depende de la cantidad de electrólito que contenga. Su coste es el más bajo de todas las del conjunto, lo que hace que su uso se extienda más que el resto de ellas; su estructura interna está basada en la pila que construyó Leclanché, en la que el centro del cilindro que forma su cápsula tiene una barra de carbón rodeada de un material absorbente impregnado en electrólito formado por amoníaco, dióxido de magnesio, óxido de cinc, cloruro de cinc y agua.

Pilas alcalinas

Están formadas por un ánodo de cinc de gran superficie, un cátodo de dióxido de magnesio de elevada densidad y un electrólito de hidróxido de potasio. Su diferencia fundamental con las de cinc-carbono está en la composición del electrólito. Contienen el 50 por 100 más de energía que ellas; con una vida hasta siete veces superior a éstas, y además presentan una impedancia interna muy baja con una tensión de 1,5 V, con muy poca variación con el tiempo de uso. Pero tienen un pequeño inconveniente: su precio. Aunque la relación precio/horas de funcionamiento podría ser incluso inferior a las de cinc-carbono, con ser éstas más baratas.

Pilas de mercurio

Están formadas por un cátodo de base de óxido de mercurio, un ánodo de cinc y un electrólito de hidróxido sódico o potasio. Hay dos encapsulados bastante diferentes: cilíndrico y de «botón», siendo esta última la más extendida en la práctica.

Sus características más importantes residen en su alta densidad de energía, varias veces más elevadas que las relacionadas anteriormente, y su variación de tensión con la descarga es prácticamente nula, mateniendo constante su voltaje de 1,35 V a lo largo de toda su vida; lo que la hace muy utilizada en relojes, cámaras fotográficas, etc.

Pilas de plata

Son muy similares en su aspecto externo a las de mercurio; están formadas por un cátodo de óxido de plata, un ánodo de cinc y un electrólito de hidróxido potásico o sódico. Sus características eléctricas son muy similares a las de mercurio, presentando la ventaja sobre éstas de tener una tensión de 1,55 V y un tamaño algo menor.

Pilas de litio

Son de reciente aparición, presentan la más alta densidad de energía, y su composición interna depende del fabricante, ya que existen diferentes tipos de fabricación. Pero en ninguno de los casos el agua forma parte de la composición, lo que permite un rendimiento muy superior al resto de las pilas, llegando incluso a disponer del 50 por 100 de su capacidad a temperaturas del orden de −50 °C.

Su tensión nominal es de 3 ó 3,5 V, dependiendo del modelo elegido; permanece muy estable durante el 90 por 100 de su vida útil.

Baterías recargables

Baterías de plomo

Uno de los tipos de baterías más populares es el de los acumuladores de plomo. Están formados por una serie de células de 2 V nominales, conectadas entre sí, cuyo número depende de la tensión que se desee obtener.

Una célula elemental está compuesta por dos electrodos a base de plomo sumergidos en una disolución de ácido sulfúrico en agua. El electrodo positivo contiene óxido de plomo (PbO_2), y el negativo plomo en forma esponjosa.

Cuando la cantidad de ácido sulfúrico es baja y la de sulfato elevada (debido a las reacciones químicas el óxido de plomo como el plomo puro son atacados por el ácido sulfúrico, obteniendo sulfato de plomo y agua), las reacciones disminuyen y la tensión de la batería decrece, sucediendo lo mismo con la corriente, momento en el que se dice que la batería está *descargada*.

Al recibir la batería una tensión de un generador externo, el ciclo se invierte, devolviendo al electrólito el ácido sulfúrico original, con lo que la batería se habrá cargado.

Baterías de níquel-cadmio

Estas baterías están formadas por dos electrodos en forma de láminas separadas por un aislante, enrolladas entre sí y sumergidas en un electrólito. El electrodo positivo o ánodo es de níquel, conteniendo en la superficie más externa un compuesto más activo a base de hidróxido de níquel, y el negativo o cátodo está realizado de cadmio con hidróxido de cadmio en la capa más exterior. El electrólito está compuesto por una disolución de hidróxido potásico en agua.

Al aplicar una resistencia eléctrica entre los extremos, circula una corriente, la cual hace reaccionar químicamente al cadmio con el agua, el electrólito y el hidróxido de níquel, y se forma hidróxido de cadmio en el cátodo e hidróxido de níquel en el ánodo. Este proceso continúa hasta que se vuelven inactivos por la cantidad de hidróxidos que acumulan.

Durante la carga el proceso se invierte, pues el hidróxido se descompone liberándose cadmio, níquel y agua.

La tensión nominal es de 1,25 V, pudiendo alcanzar tensiones a plena carga de 1,5 V o ligeramente superiores.

El problema que presentan es que su precio es tres veces superior a las de plomo.

SECUENCIADOR LUMINOSO

Es un circuito de control para cuatro canales de iluminación de múltiples aplicaciones. Este sistema permite mantener encendidas cuatro lámparas un tiempo determinado, que se puede ajustar independientemente para cada una de ellas.

En cuanto al instante de encendido de cada una de ellas, el circuito dispone de un circuito que entrega un impulso de disparo cada t_d segundos (ajustable).

Estos impulsos de disparo se conectan a la entrada de reloj de un circuito contador, el cual, cada t_d segundos, activa una de sus salidas (marcadas del 1 al 9) siguiendo el orden de numeración de las mismas.

El disparo de cada canal se realiza cuando en las entradas de disparo (marcadas A, B, C, D) se recibe un impulso positivo. Este impulso lo pueden recibir de cualquiera de las salidas del circuito contador.

También se ha previsto un funcionamiento secuencial, es decir, en primer lugar se dispara el canal A, conectando su entrada de disparo a una cualquiera de las salidas del contador: a continuación se unirá la salida de control de este canal (S1) a la entrada de disparo del canal siguiente, que es el B; la salida del B (S2) al C, y así sucesivamente, con lo cual cada canal permanecerá encendido hasta que se apague el precedente, por lo menos.

Se ha colocado un diodo Led para indicar el encendido de cada canal, y otro que emitirá un pequeño destello de luz cuando se produce un impulso de disparo.

Circuito generador de impulsos

Los impulsos de disparo son generados por un oscilador estable, constituido por el circuito integrado IC1 y unos pocos componentes auxiliares.

El circuito emite un impulso cada t_d segundos; este tiempo viene impuesto por los valores de la resistencia R1, y del condensador C1, así como de la posición que ocupe en cada momento el cursor del potenciómetro P1, que servirá para regular la cadencia de disparo

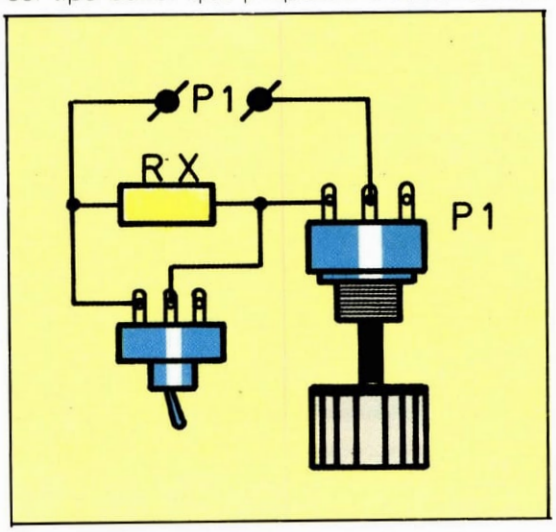
$$t = 0{,}693\ R1\ C1 + 0{,}693 \times P1 \times C1$$

donde el tiempo se expresará en segundos, la resistencia en ohmios y la capacidad en faradios. A continuación viene un circuito contador decimal tipo 4017, que entrega a cada una de sus salidas utilizadas un impulso positivo, siguiendo el orden de numeración natural cada vez que recibe en su entrada de reloj un impulso desde el circuito anterior.

Circuito de control de canal

Existen en este montaje cuatro circuitos iguales: por tanto, centraremos la explicación en uno de ellos.

La entrada se realiza a través de un inversor tipo *buffer* que proporciona a la salida un



Sencillo procedimiento para obtener dos gamas de tiempos. La resistencia adicional se calculará sumándola a las de la expresión correspondiente.

instante de nivel bajo cuando a su entrada recibe un impulso positivo. Este nivel bajo, cuando se aplica en la patilla 2 del circuito LC3 que está funcionando como oscilador monoestable, provoca el disparo del circuito de control. La salida de este circuito permanecerá a nivel alto el tiempo determinado por los valores de la resistencia R4, el condensador C4 y la resistencia a que se haya posicionado el potenciómetro P2

$$t = 1{,}1 \times (R4 + P2) \times C4$$

El circuito de salida está formado principalmente por un triac montado como interruptor, que se activa por la salida del circuito anterior a través del diodo de protección D2 y de la resistencia limitadora de corriente R15.

La resistencia R19 y el condensador C11, que será capaz de soportar 400 V, forman una red que protege el triac de sobretensiones en los instantes de commutación.

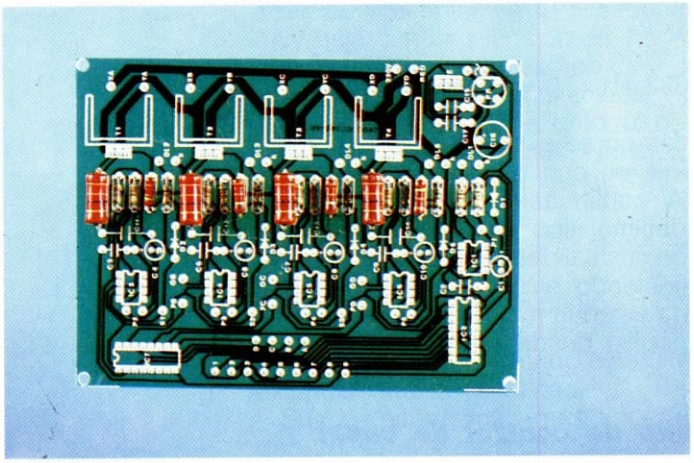
Alimentación

Las lámparas se alimentan directamente a la red de 220 V, y los circuitos de control se conectan a la fuente de alimentación estabilizada de 12 V, cuyos componentes se han incluido en la placa de circuito impreso, exceptuando el transformador por su peso y dimensiones.

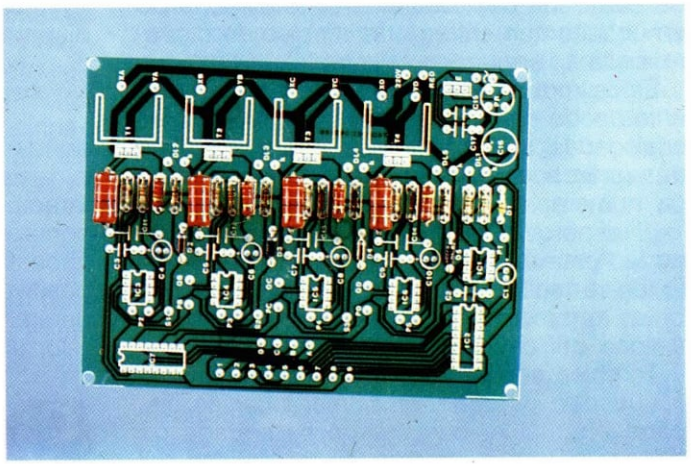
Utilización y aplicaciones

Al principio de la descripción se ha explicado de una manera resumida el funcionamiento del equipo. Tiene dos modos de funcionamiento: el secuencial y el que denominaremos normal.

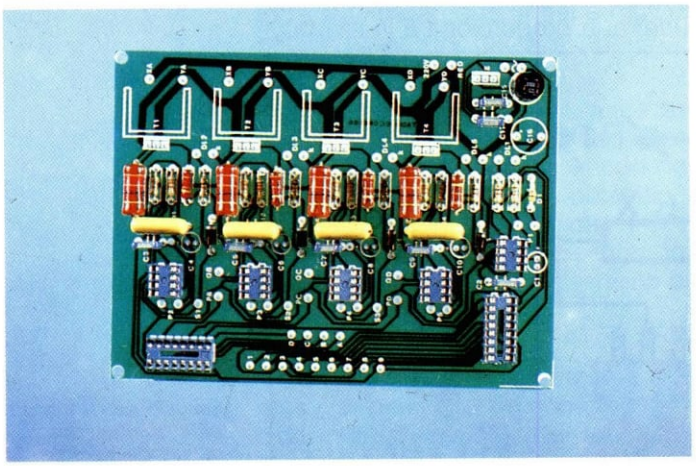
Si se elige el funcionamiento secuencial, cada lámpara, al apagarse, enciende la que



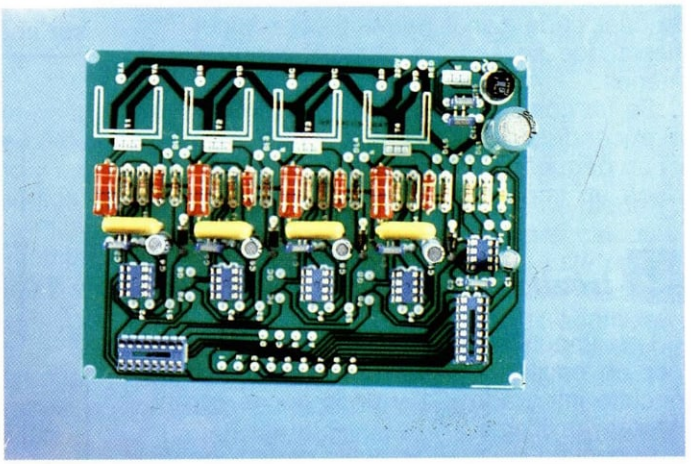
1 *El montaje de este circuito no presenta ninguna dificultad especial digna de mención. El primer paso, como es habitual, será la instalación de las resistencias.*



2 *A continuación se realizará la conformación, inserción, soldadura y cortado de sobrante de patillas de los cinco diodos de este montaje. Debe prestarse especial atención a la polaridad de los mismos.*



5 *Instalación de los condensadores de poliéster. Los de la red de protección del triac destacan por su mayor tamaño; deben soportar tensiones de 400 V como mínimo.*



6 *Los condensadores electrolíticos se insertarán en las perforaciones de la placa respetando su polaridad. Puede suceder que algún modelo tenga una separación entre patillas y necesite preformado.*

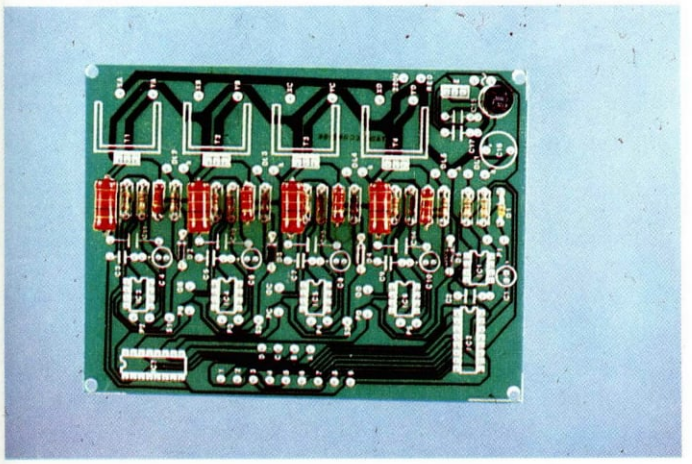
le sigue. Si el ritmo (t_d) elegido es rápido puede suceder que antes de que la última lámpara se apagase, comience el encendido de la primera, aunque mantendrá la secuencia de encendido. Si el ritmo es demasiado lento puede ser que transcurra algún tiempo desde el apagado de la última lámpara hasta el encendido de la primera, quedando, por tanto, los cuatro canales a oscuras durante este intervalo. El ajuste es sencillo y con el aparato ya construido es fácil realizar cualquier tipo de combinación.

En el funcionamiento normal se conectará cada una de las entradas de disparo (A, B, C, D) a uno cualquiera de las salidas del contador; el orden de disparo lo indica el número marcado.

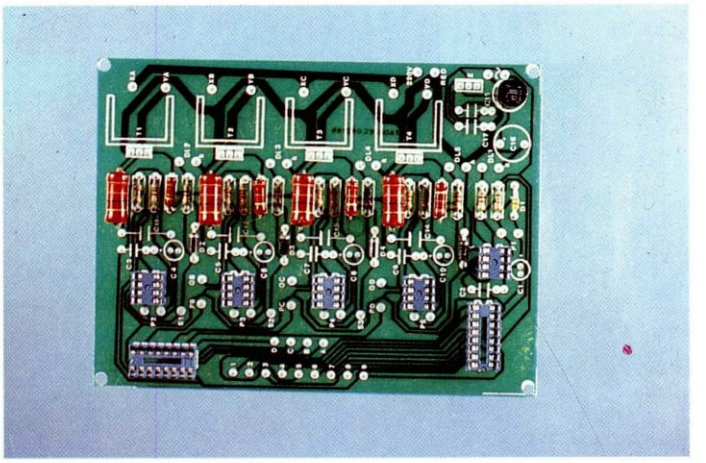
Ejemplo: Si el t_d se ajusta a diez segundos, y se realizan las conexiones 1-A, 3-B, 5-C, 8-D, el encendido del canal B se realizará veinte segundos después que el A; el del C, veinte segundos después que el B, y el D veinte segundos después que el C; al cabo de otros veinte segundos se volverá a disparar el A. Cada canal permanecerá activado el tiempo a que se haya ajustado cada uno de los potenciómetros (P2, P3, P4, P5).

Posibilidades de montaje

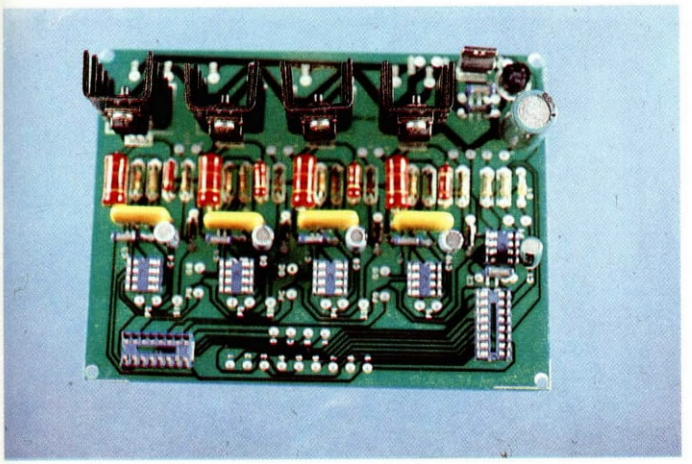
Se puede apreciar que el modelo que presentamos en las fotografías es muy completo, ya que dispone de controles exteriores de ritmo, de duración de activación de cada canal, un commutador normal-secuencial y unos pilotos indicadores. Tal como está el montaje, puede utilizarse para lograr efectos de luces en una discoteca o en cualquier otro lugar. Se puede apreciar que el modelo que presentamos en las fotografías es muy completo, ya que dispone de controles exteriores de ritmo, de duración de activación de cada canal, un commutador normal-secuencial y unos pi-



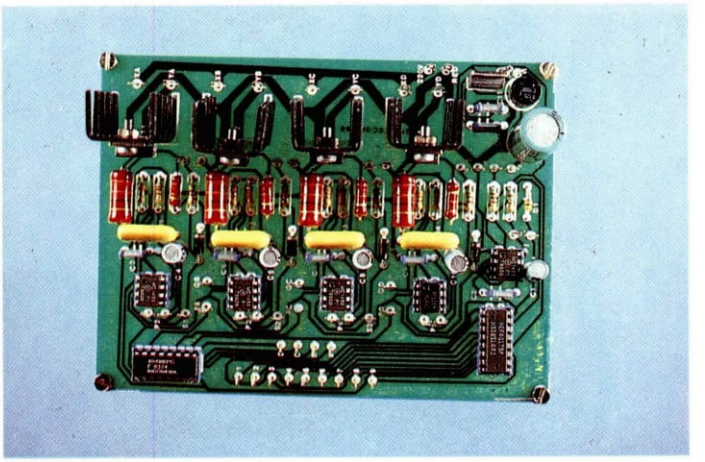
3 *La fuente de alimentación va incluida en la placa de circuito impreso. Es importante respetar la orientación del puente rectificador. Puede observarse en una esquina de la placa.*



4 *Los circuitos integrados se instalarán sobre zócalos con el fin de evitar daños en los mismos durante la soldadura y facilitar su sustitución en caso de avería.*



7 *Instalación de los triacs con sus disipadores de calor. Estos disipadores, así como la aleta del triac, están a la tensión de red y, por tanto, no se pueden tocar con la mano.*



8 *En último lugar se sueldan los espadines. A continuación se inserta cada integrado en su zócalo correspondiente respetando su orientación correcta.*

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1-Resistencia 820Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R2, R11, R12, R13, R14-Resistencias 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R3, R5, R7, R9-Resistencias 33K 1/4 W (naranja, naranja, naranja).
R4, R6, R8, R10-Resistencias 8K2 1/4 W (gris, rojo, rojo).
R15, R16, R17, R18-Resistencias 120Ω 1/2 W (marrón, rojo, marrón).
R19, R20, R21, R22-Resistencias 33Ω 1/4 W (naranja, naranja, negro).

CONDENSADORES

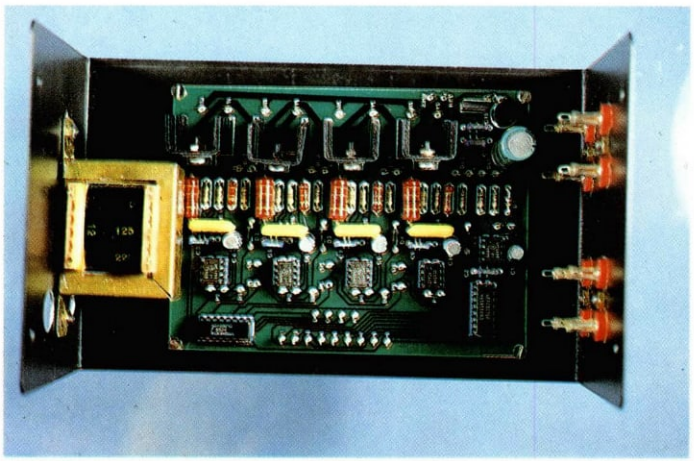
C1-Condensador 100 µF electrolítico radial, 16 V.
C2, C3, C5, C7, C9, C15, C17-Condensadores poliéster 63 V.
C4, C6, C8, C10-Condensadores 47 µF electrolítico radial, 25 V.
C11, C12, C13, C14-Condensadores poliéster, 400 V.
C16-Condensadores 1.000 µF, electrolítico radial, 25 V.

SEMICONDUCTORES

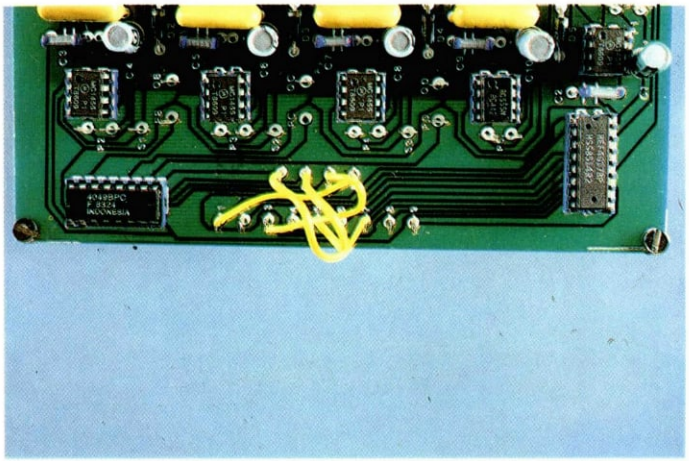
D1-Diodo 1N4148.
D2, D3, D4, D5-Diodos 1N4004 ó 1N4007.
DL1-Diodo Led verde, 5 mm. de diámetro.
DL2, DL3, DL4, DL5-Diodos Led rojo, 5 mm. de diámetro.
T1, T2, T3, T4-Triacs TIC 226D.
IC1, IC3, IC4, IC5, IC6-Circuitos integrados tipo 555.
IC2-Circuito integrado, tipo 4017.
IC7-Circuito integrado, tipo 4049.
F. Regulador integrado, tipo 7812.
PR-Puente rectificador B125/C100.

VARIOS

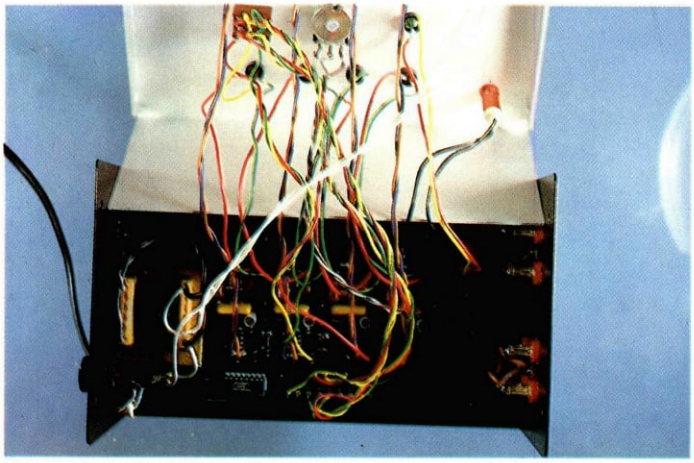
— Un transformador red 220 V/12 V, 500 mA.
— P1, P2, P3, P4, P5-Potenciómetros para panel 1M lineal.
— Un conmutador 3 circuitos, 2 posiciones, tipo palanca.
— Cinco portaleds 5 mm. de diámetro.
— Cinco mandos potenciómetro.
— Cincuenta y cuatro terminales tipo espadín.
— Un portafusibles.
— Un fusible 5 A.
— Un interruptor red.
— Un piloto de neón.
— Cinco zócalos para circuito integrado de 8 patillas.
— Dos zócalos para circuito integrado de 16 patillas.
— Cuatro separadores 10 mm.
— Dos tuercas.
— Diez tornillos 5 mm.
— Un cable red con clavija.
— Dos cajas tipo RU20.



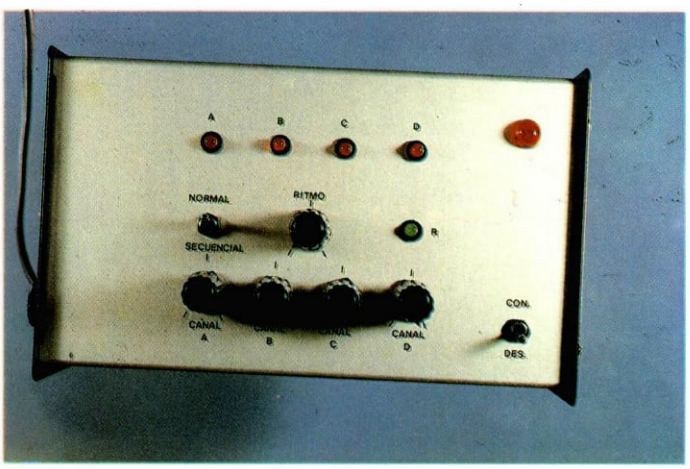
9 *En la base de la caja se sujetará el circuito impreso intercalando separadores de 10 mm. En los laterales se adaptarán las clavijas para la conexión de las lámparas y el transformador.*



10 *Cuando no se utilice el modo secuencial puede realizarse el cableado de los terminales de disparo, y prescindir del conmutador de selección de modo.*



11 *Cableado completo. Se han realizado siguiendo el diagrama de conexionado, pero el aficionado puede encontrar fácilmente otras combinaciones.*



12 *Aspecto final del montaje dentro de la caja. Es conveniente marcar con letras autoadhesivas la función de cada elemento de control.*

lotos indicadores. Tal como está el montaje, puede utilizarse para lograr efectos de luces en una discoteca o en cualquier otro lugar. El diseño de la placa se realizó pensando en un consumo máximo de unos 200 W por canal y un mínimo de 40, también por canal. Con consumos inferiores a 100 W se puede prescindir de los disipadores de los triacs. En caso de que sólo se mantenga encendido un canal simultáneamente, puede utilizarse con cargas de hasta 600 W (con disipador).

Una de las muchas aplicaciones puede ser el control de las lámparas de un anuncio luminoso; en este caso, una vez elegido el modo de funcionamiento y haber calculado los tiempos, se realizarán las uniones necesarias con cables eliminando el commutador, y sustituyendo cada potenciómetro por una resistencia, cuyo valor se calculará en función de los tiempos calculados anteriormente; también puede prescindirse de los diodos led y de las resistencias de 1K que los alimentan.

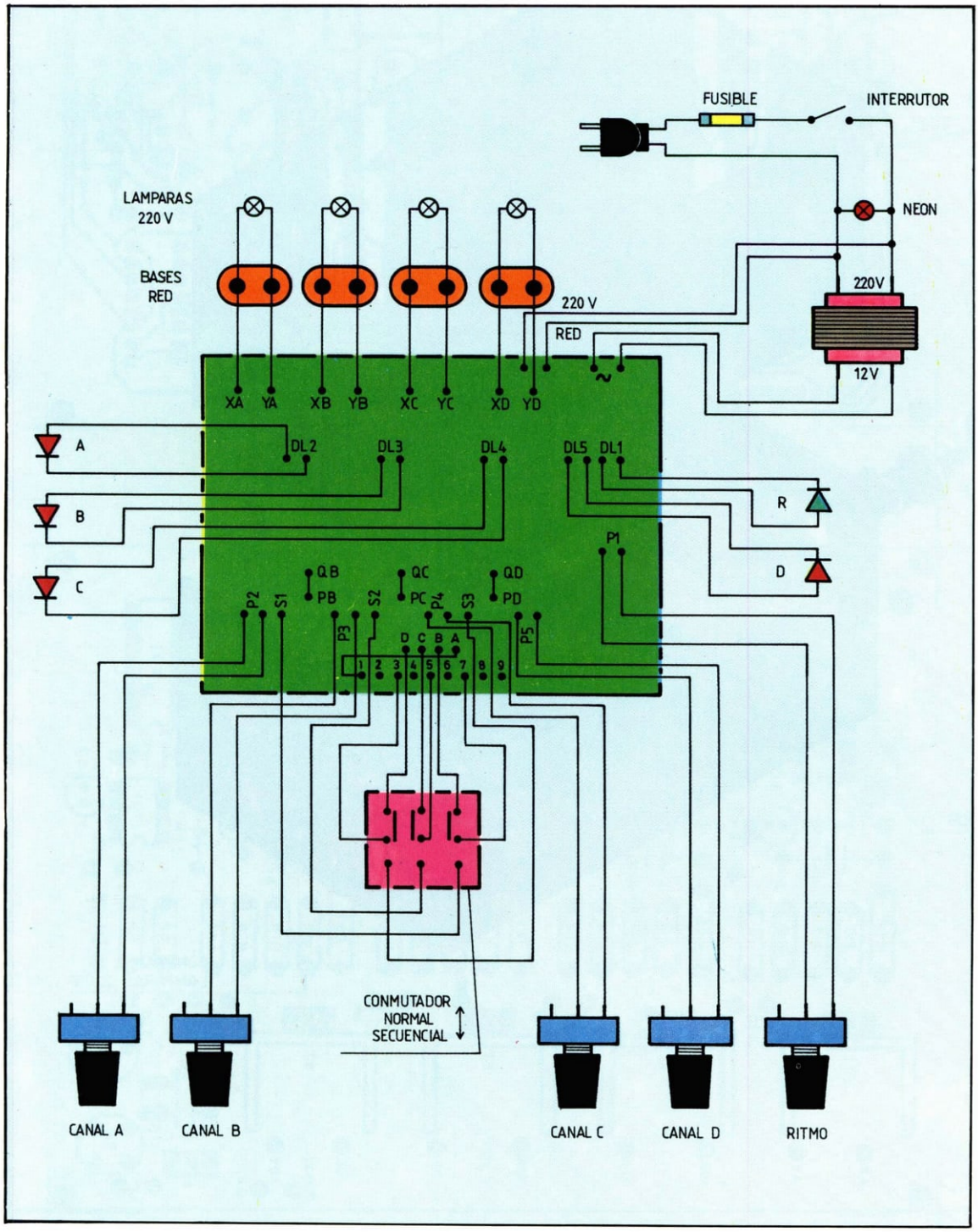
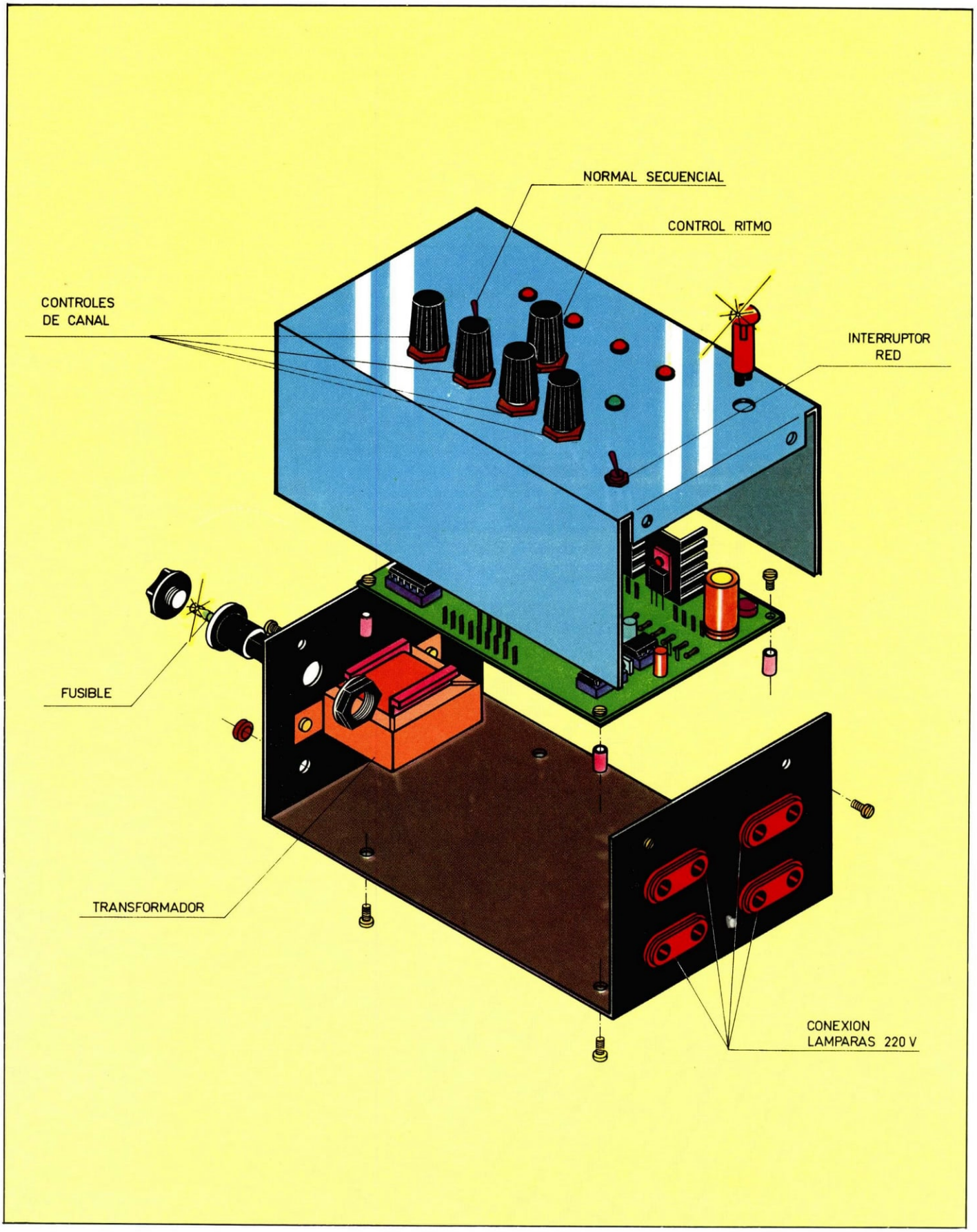
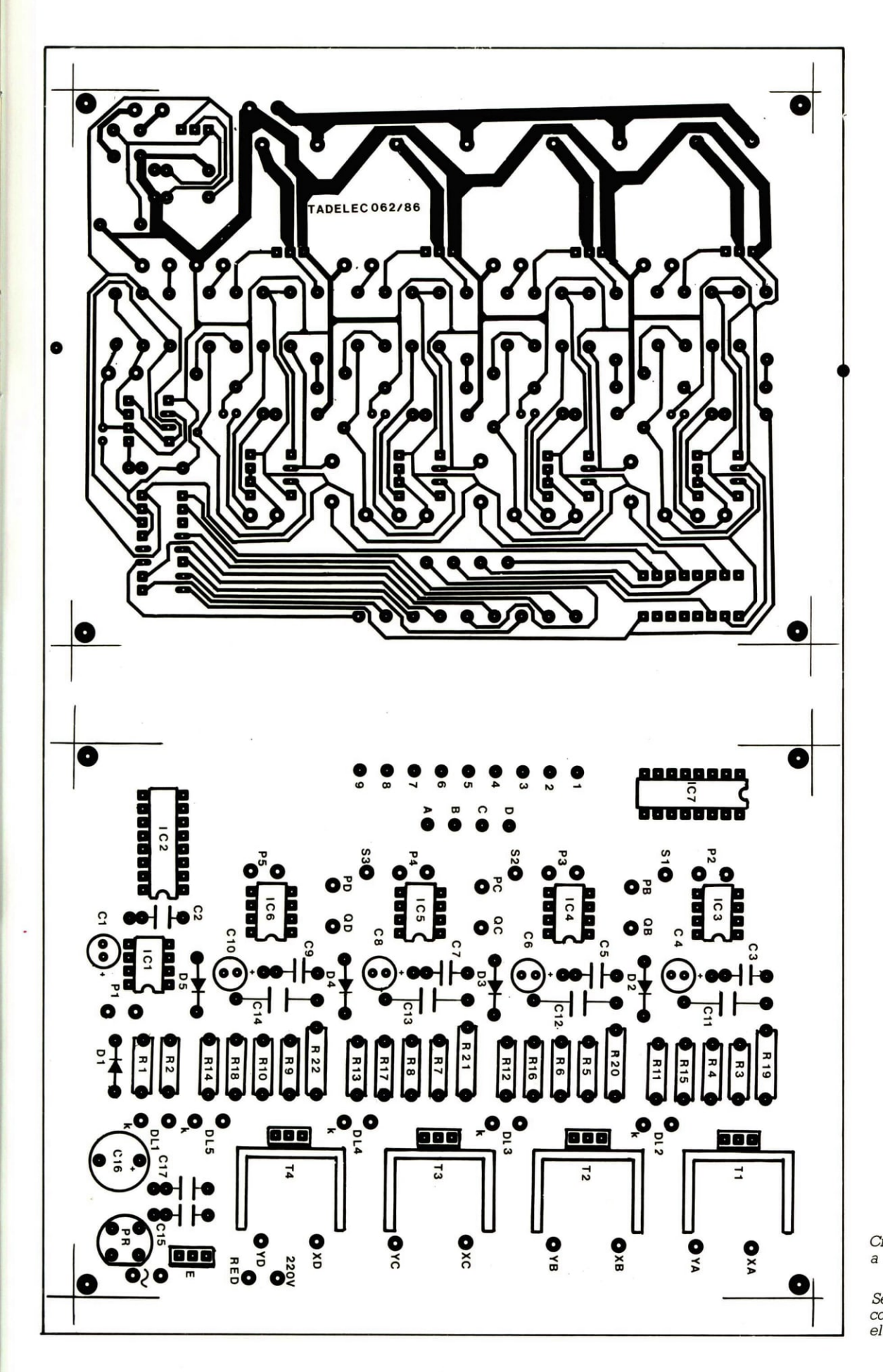


Diagrama general de conexionado.

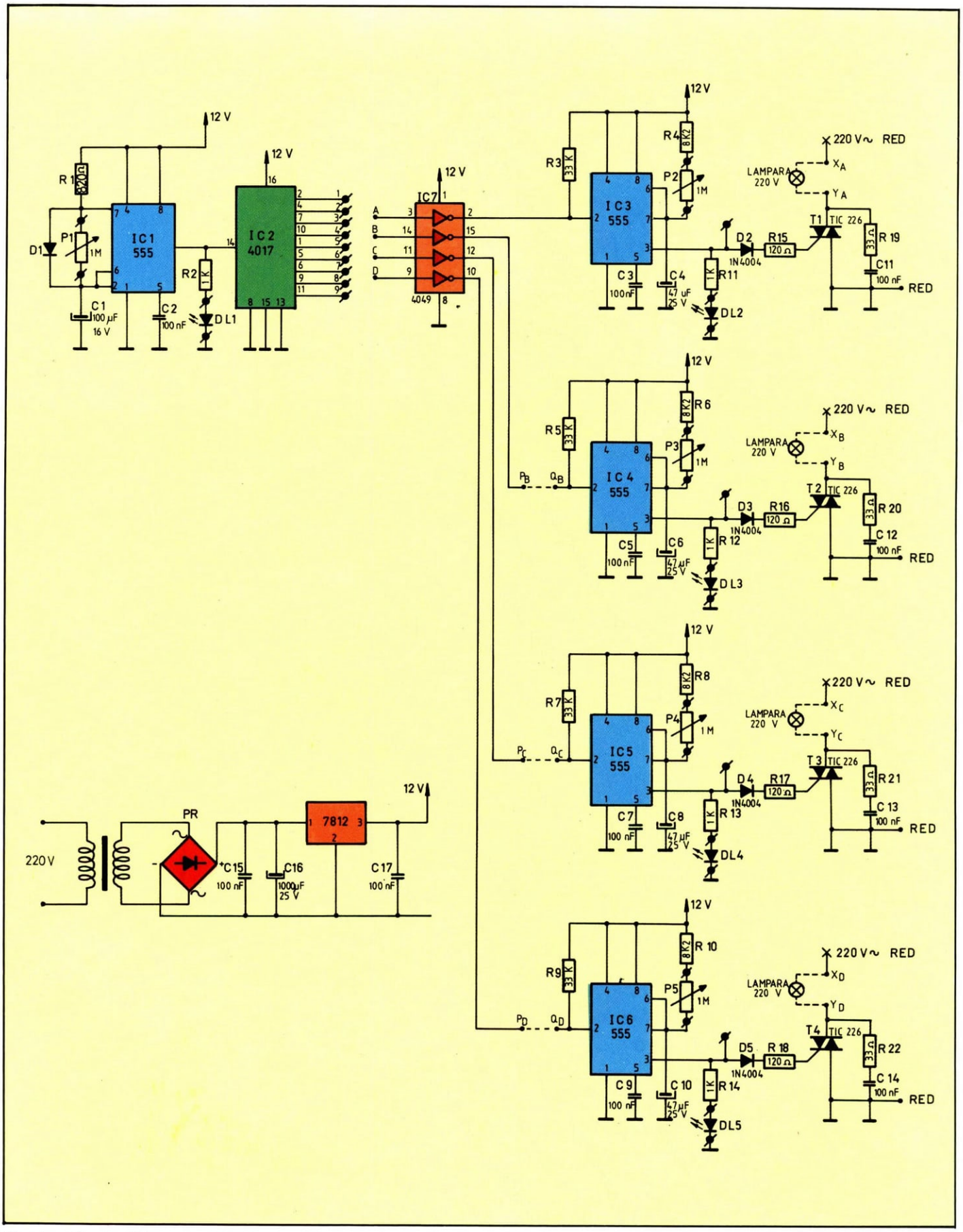


 Instalación de los diferentes elementos en la caja recomendada.



Circuito impreso a escala 1:1.

Serigrafía de componentes sobre el circuito impreso.



 Circuito eléctrico del secuenciador luminoso.

RECTIFICADORES DE PRECISION

Teóricamente un diodo conduce cuando la tensión aplicada en sus bornes conectada en sentido directo es positiva. Esto sólo sucede así en los diodos ideales, pero no en la realidad. Cuando las tensiones aplicadas al diodo son elevadas, puede aplicarse esta definición, siendo el error cometido muy pequeño.

En realidad, un diodo no conduce hasta que se supera la tensión umbral de conducción (para un diodo de silicio suele considerarse 0,6 V, y para uno de germanio, 0,2 V).

Se puede comprobar que si aplicamos a un diodo de silicio una tensión, por ejemplo, de 150 mV, el diodo no conduce.

Determinadas aplicaciones electrónicas exigen rectificar señales débiles de tensión, por lo cual es necesario buscar una solución al problema.

Pensemos por un momento que disponemos de un voltímetro para tensiones continuas que para medir con precisión señales entre 1 y 2oo mV.

Si queremos medir señales alternas tendremos que rectificarlas, pero no se puede utilizar un diodo, o un puente de diodos, pues no conducen con señales tan pequeñas.

Los polímetros que rectifican las señales alternas con diodos de germanio no pueden medir con precisión señales de menos de unos 300 mV. Si se miden, la lectura será errónea con toda seguridad. Los polímetros de calidad utilizan rectificadores de precisión; a continuación se explica el funcionamiento de alguno de estos circuitos.

Modelo básico de rectificador con AO

Si nos fijamos en la figura correspondiente se puede apreciar que el circuito se asemeja a un seguidor de tensión, pero entre la salida y la realimentación se intercala un diodo. Mientras el diodo no conduzca, no existirá tensión en bornes de la resistencia de salida; por tanto, no habrá camino de realimentación aplicada en la entrada inversora del AO, con lo cual la ganancia de éste es la de lazo abierto (50.000 en el peor de los casos), que es muy elevada.

En el momento en que la tensión de entrada sea ligeramente positiva (un valor mínimo mucho menor que 1 mV), aparecerá en la salida una tensión suficiente para hacer conducir el diodo, con lo cual se restablece el camino de realimentación; el umbral de conducción del circuito puede despreciarse, pues en el caso de un diodo de silicio sería del orden de 0,6 dividido por 50.000. El circuito no conduce cuando se aplican a su entrada señales negativas; en el caso de aplicar señales alternas, sólo aparecerían en la salida los semiciclos positivos.

Rectificador de precisión de media onda

En este caso el AO está conectado como amplificador inversor, la entrada se realiza a través de la resistencia R1 y la realimentación negativa a través de D1, o bien de D2 y R2. Durante los semiciclos de entrada positivos, la salida del AO se hace negativa, con lo que D1 conduce, mientras que D2 está polarizado en inversa y la salida será nula.

En los semiciclos negativos la salida se hace positiva, con lo que D2 conduce a través de R2. D1 está polarizado en inversa y la salida será positiva. En el caso de utilizarlo para medir señales sinusoidales alternas, el factor de forma será 2,2 para obtener la lectura en voltios eficaces; por tanto, la ganancia del AO habrá que fijarla en 2,2.

Rectificadores de precisión de onda completa

Utilizando amplificadores operacionales pueden también realizarse rectificadores de onda completa.

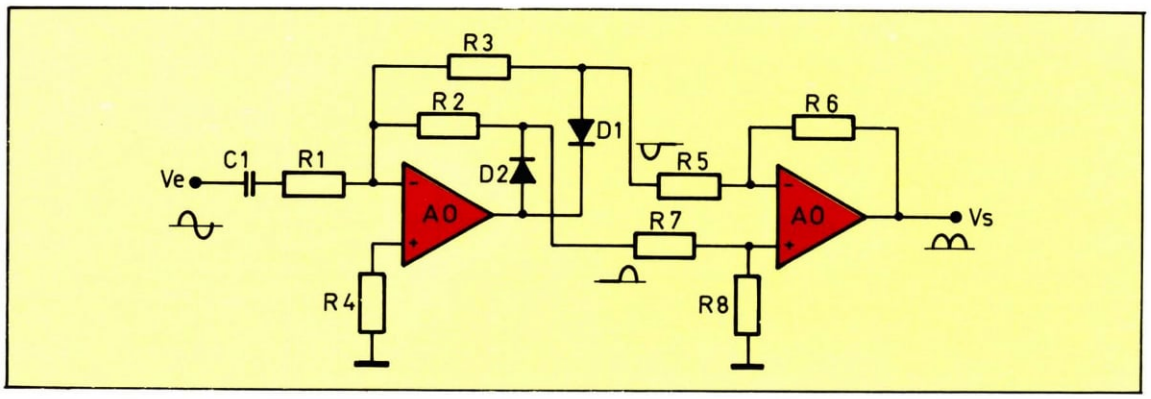
El primero de los circuitos utiliza dos AO; el de entrada trabaja como rectificador de me-

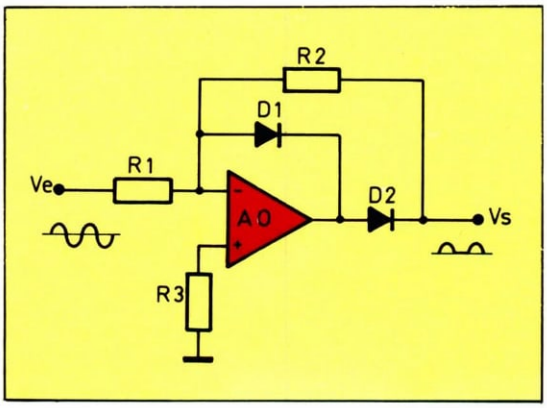
dia onda con salida negativa. El segundo AO está montado como sumador, realizando la suma de la señal de entrada completa invertida, con la de salida del AO de entrada (que era negativa), previamente invertida y multiplicada por dos (con lo cual queda positiva). El resultado es una onda completa rectificada, con semiciclos positivos iguales, al cancelar con los semiciclos positivos de doble amplitud los negativos de amplitud simple, quedando un semiciclo positivo, también de amplitud simple.

También puede utilizarse el segundo AO como amplificador no inversor de los demás ciclos positivos, y como amplificador inversor para los semiciclos negativos, como puede apreciarse en el esquema correspondiente a esta otra configuración.

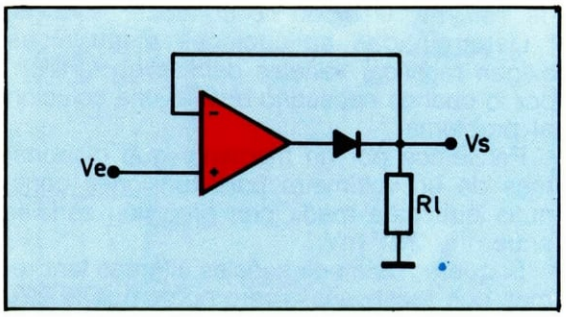
El factor de forma en ambos casos es de 1,1, con lo que la ganancia del conjunto será 1,1 para poder realizar la lectura en voltios eficaces cuando a la entrada se aplique una onda sinusoidal.

Rectificador de onda completa; en este caso, el segundo AO es un amplificador de ganancia unidad para los semiciclos positivos, y un amplificador inversor, también de ganancia unidad, para los semiciclos negativos.

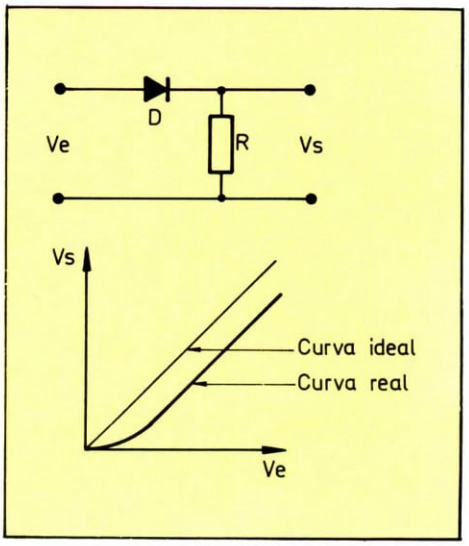




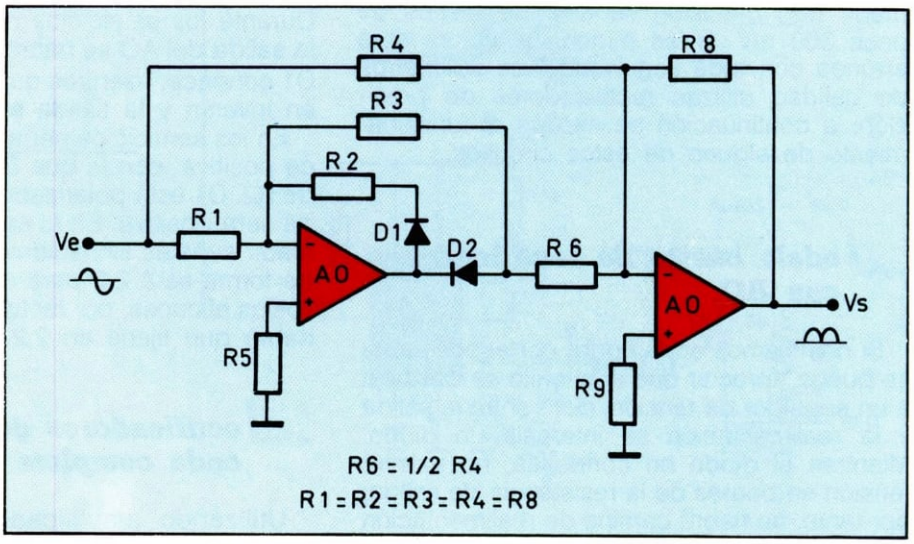
Rectificador de precisión de media onda



La utilización de un diodo elimina casi por completo el efecto de la tensión umbral. Este es el modelo básico de rectificador para señales débiles.



Un diodo no comienza a conducir hasta que la tensión aplicada en sus bornes en sentido directo supera la tensión de umbral.



Rectificador de presión de onda completa. El segundo AO realiza la suma algebraica de la onda sinusoidal completa, y de los semiperíodos negativos, invertidos y multiplicados por dos. El resultado es una onda completa rectificada.

4543

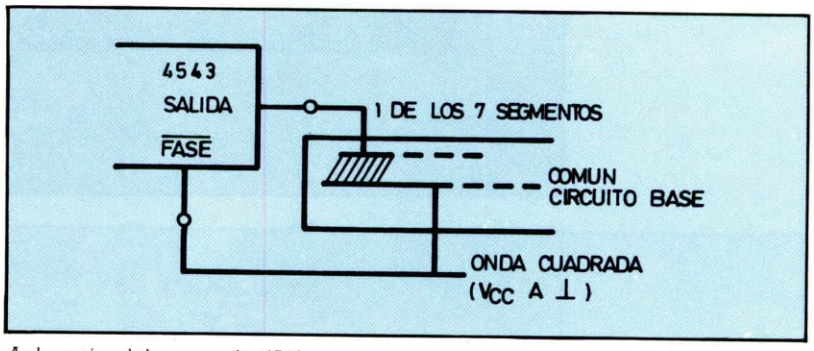
El 4543 es un circuito integrado monolítico CMOS que resulta un perfecto decodificador BCD (decimal codificado en binario) a 7 segmentos, además de tener latch (memoria tampón) y ser capaz de atacar directamente visualizadores de cristal líquido y de otros tipos.

Este circuito viene provisto de las funciones de latch de almacenamiento de 4 bits y decodificación de los mismos de BCD a 7 segmentos, con salidas de ataque directas. Este integrado puede dar las salidas en lógica positiva o negativa, es decir, puede invertir los niveles lógicos de la combinación de salida. Las entradas de fase, apagado y latch son usadas según la tabla de verdad adjunta.

Para usarlo con un visualizador de cristal líquido hay que aplicar una onda cuadrada en la entrada de fase, y en el común eléctrico de la placa base del visualizador, pudiendo conectar directamente las salidas a los segmentos.

Para otro tipo de conexiones a otros visualizadores, como pueden ser leds, el diagrama de conexiones vendrá dado por el fabricante del mismo, según el código de 7 segmentos.

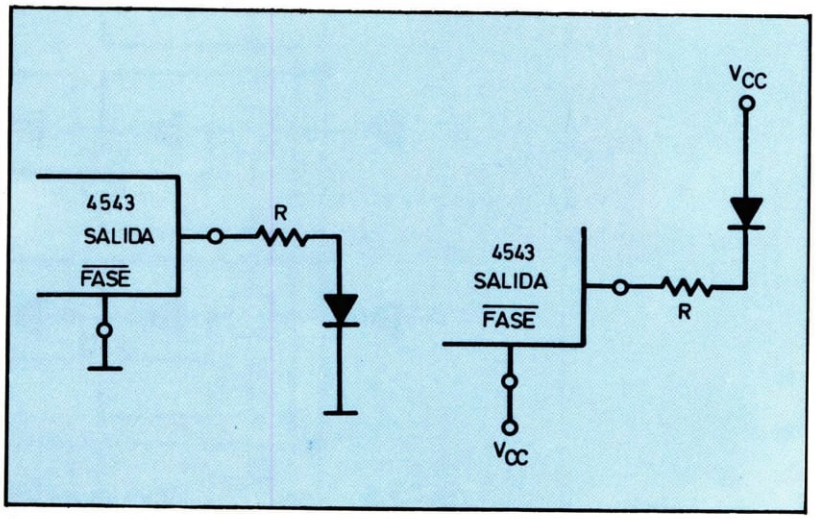
Todas las entradas están protegidas contra descargas estáticas por medio de diodos «clamp» entre V_{CC} y masa o tierra.



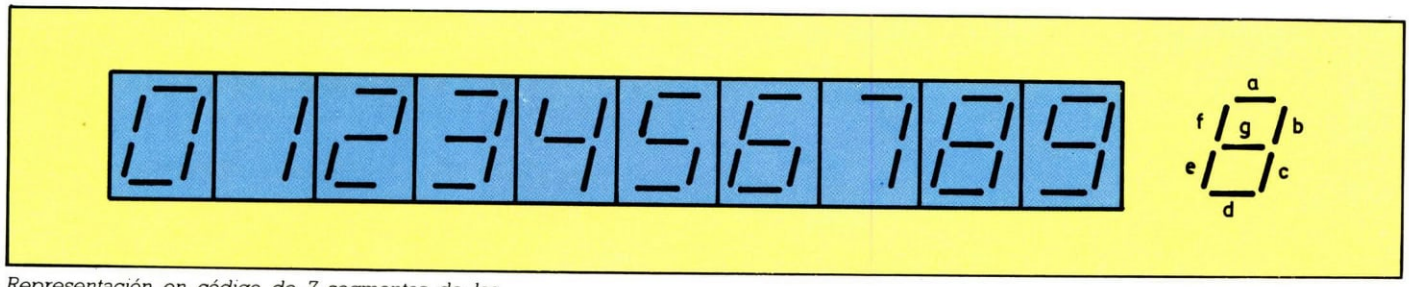
Aplicación del integrado 4543 atacando un visualizador de cristal líquido.

Características

- Rango de alimentación: 3 a 15 V.
- Gran inmunidad al ruido: 0,45 V_{CC}.
- Tensión en las entradas: 0 a V_{CC} V.
- Rango de temperatura de operación: − 40° C a + 85° C.
- Compatible con TTL de bajo consumo.
- Latch de almacenamiento.
- Entrada para apagar el visualizador.
- Blanqueo automático para entradas mayores de 9.
- Ataque directo a visualizadores.

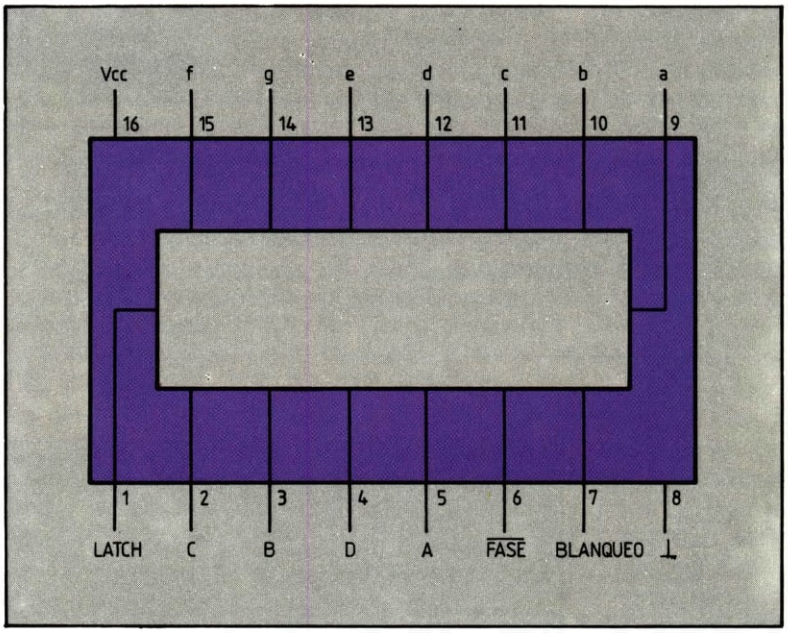


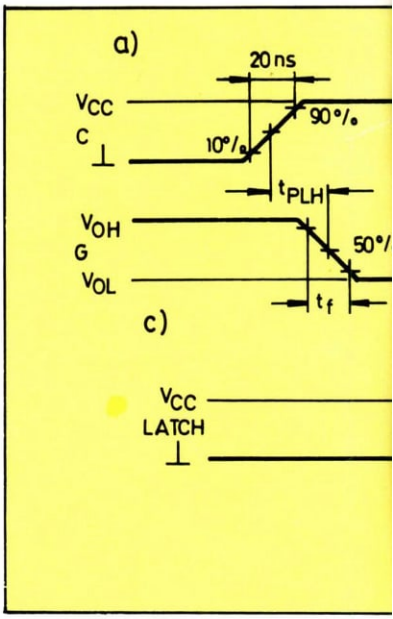
Aplicación del integrado 4543 atacando diodos LED, tanto en ánodo como en cátodo común.

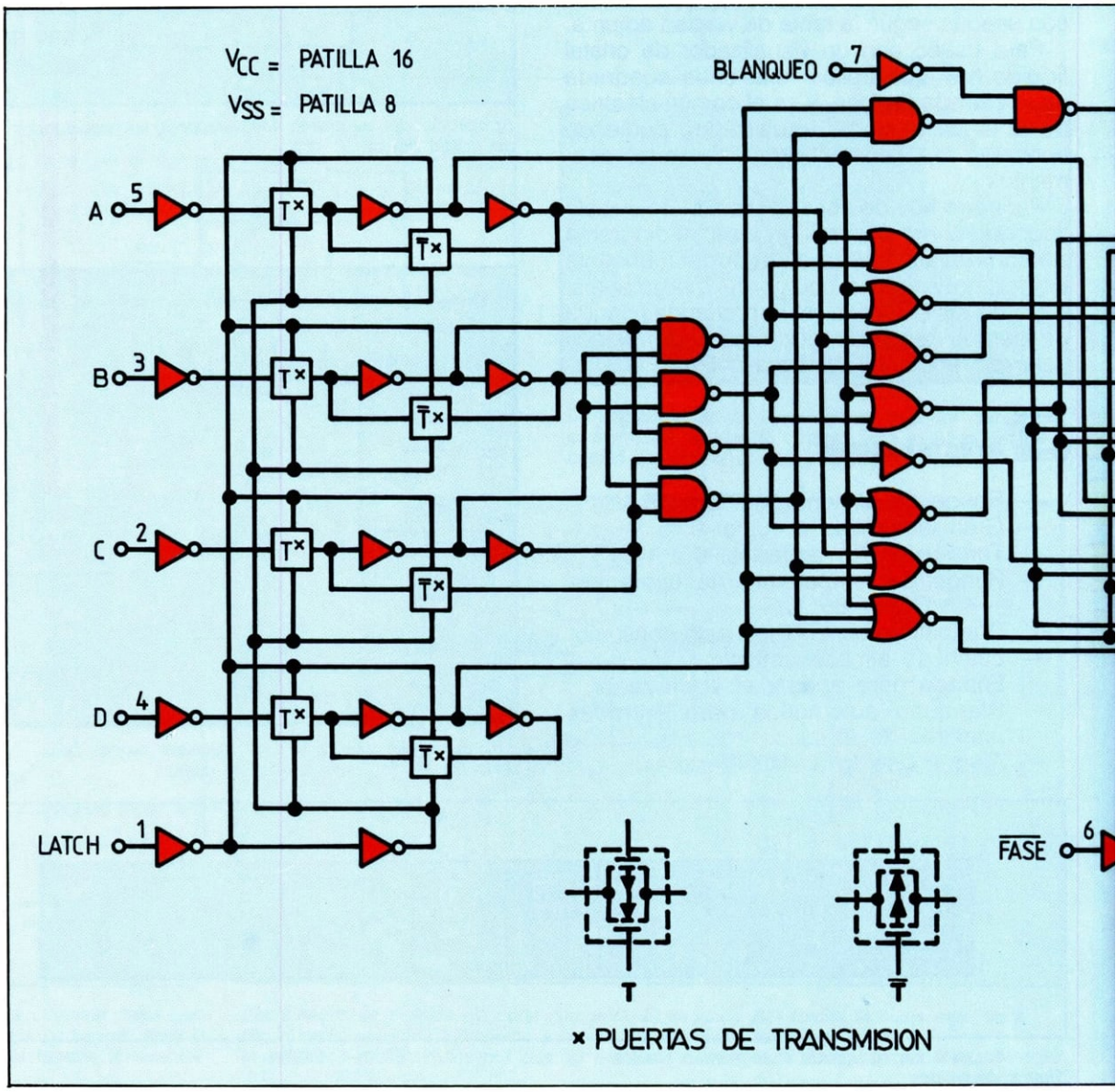


Representación en código de 7 segmentos de los dígitos decimales.

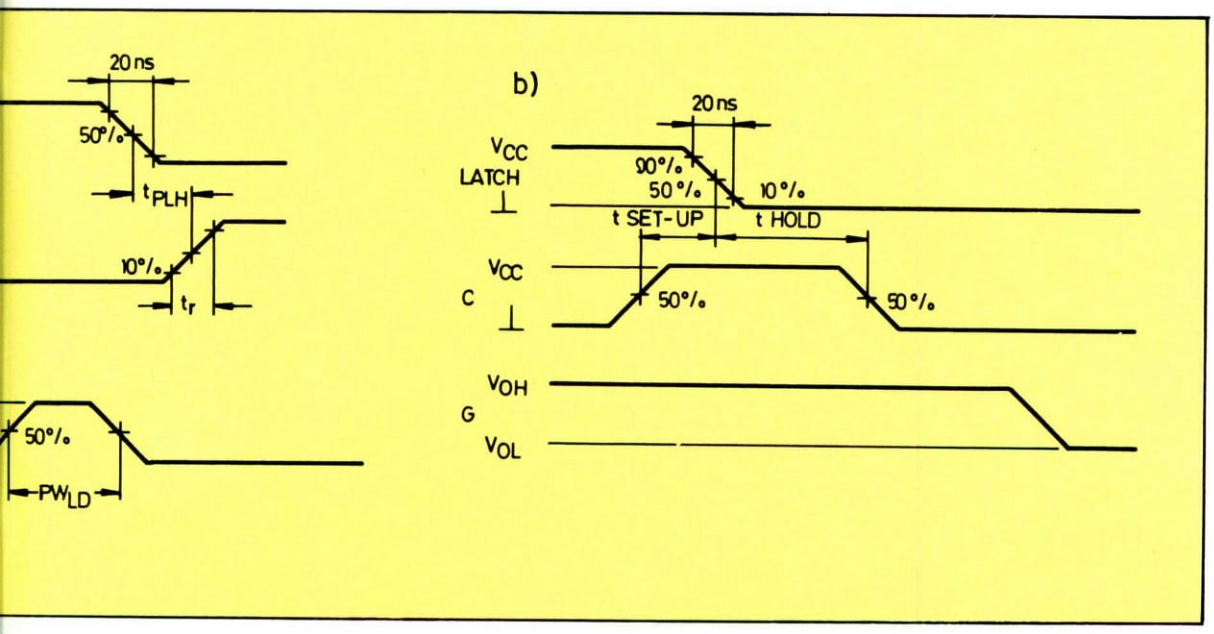
Configuración del patillaje del integrado 4543 y designación de las mismas.



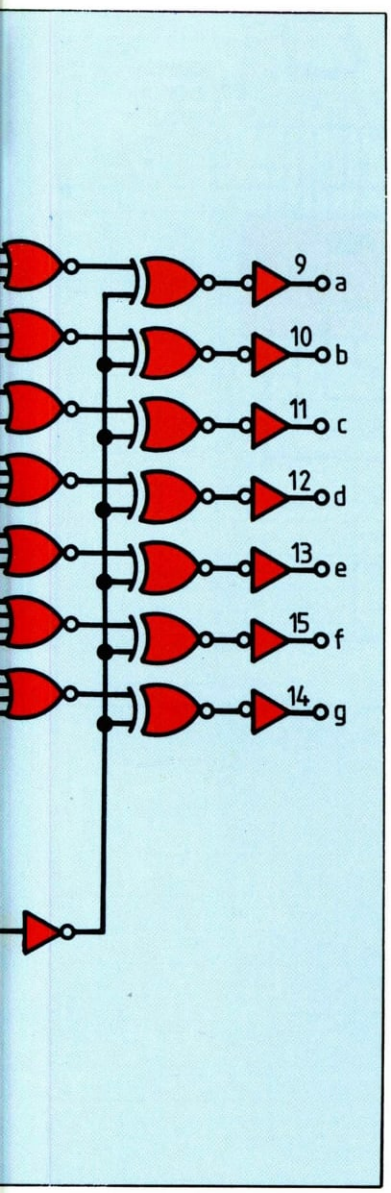


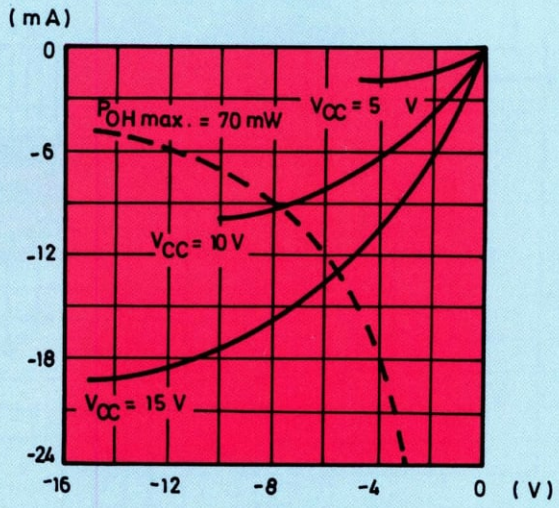


Configuración interna del integrado 4543 con indicación de los terminales.

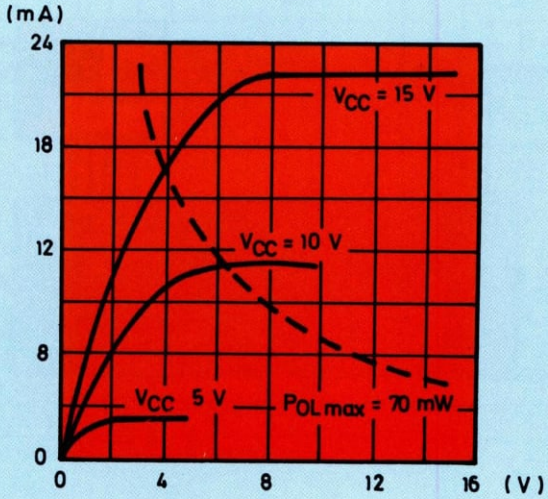


Señales dinámicas: a) *Entradas D, FASE y Blanqueo a nivel bajo; y las A, B y LATCH a nivel alto.* b) *Entradas D, FASE y apagado a nivel bajo; y las A y B a nivel alto.* c) *Pulso para memorización (latch).*





Diferencia de tensión entre salida a nivel alto y alimentación (V_{OH}-V_{CC}) en función de la intensidad suministrada.



Diferencia de tensión entre salida a nivel bajo y alimentación (V_{OL}-V_{CC}) en función de la intensidad absorbida.

Fabricantes

Con un amplio margen de utilizaciones posibles, este integrado lo fabrican principalmente National Semiconductor y Motorola.

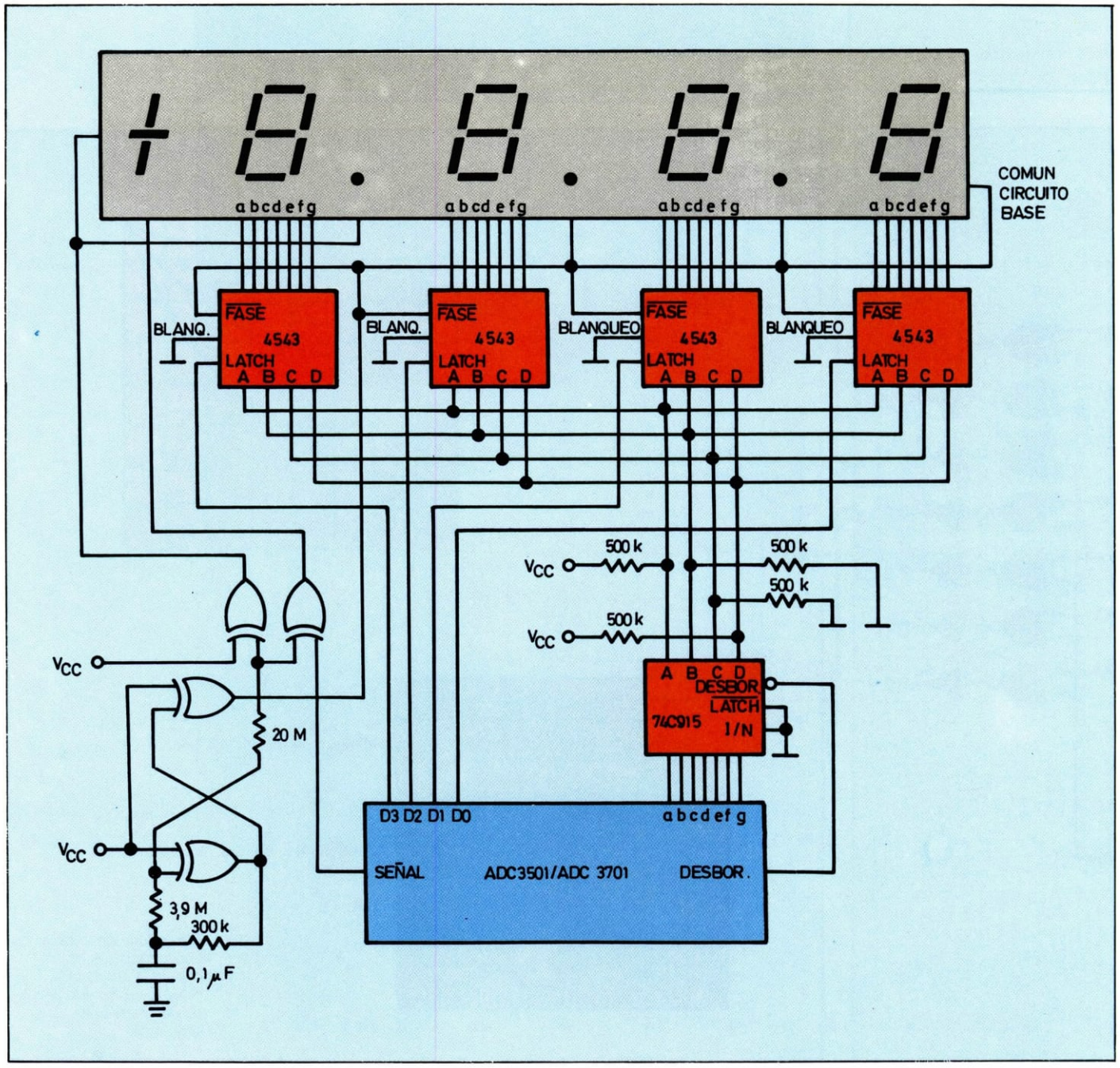
Valores límite

— Tensión de alimentación (V_{CC}): − 0,5 a + 18 V.
— Tensión en las entradas ($_{IN}$): − 0,5 a 0,5 + V_{CC} V.
— Temperatura de almacenamiento (T_s): − 65 a + 150° C.
— Disipación de potencia (P_D): 500 mW.
— Temperatura para soldar (máximo 10 sg.): 260° C.

Aplicaciones

Este integrado tiene múltiples aplicaciones en instrumentación, como son la realización de contadores, visualizadores de medidas, etc. También es muy útil para visualizar resultados provenientes de un ordenador o sistemas computerizados.

Otra utilización muy común es la realización de relojes y temporizadores de múltiples usos.



Típica aplicación de un visualizador con 3 1/2 dígitos de cristal líquido, realizado con el integrado 4543.

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS							SALIDAS							
Latch	Blanqueo	Fase *	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Visualizador
X	1	0	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blanco
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Apagado
0	0	0	X	X	X	X				Anterior				Anterior
†	†	†	†				Salidas inversas de las combinaciones superiores							Visualizador como anteriores

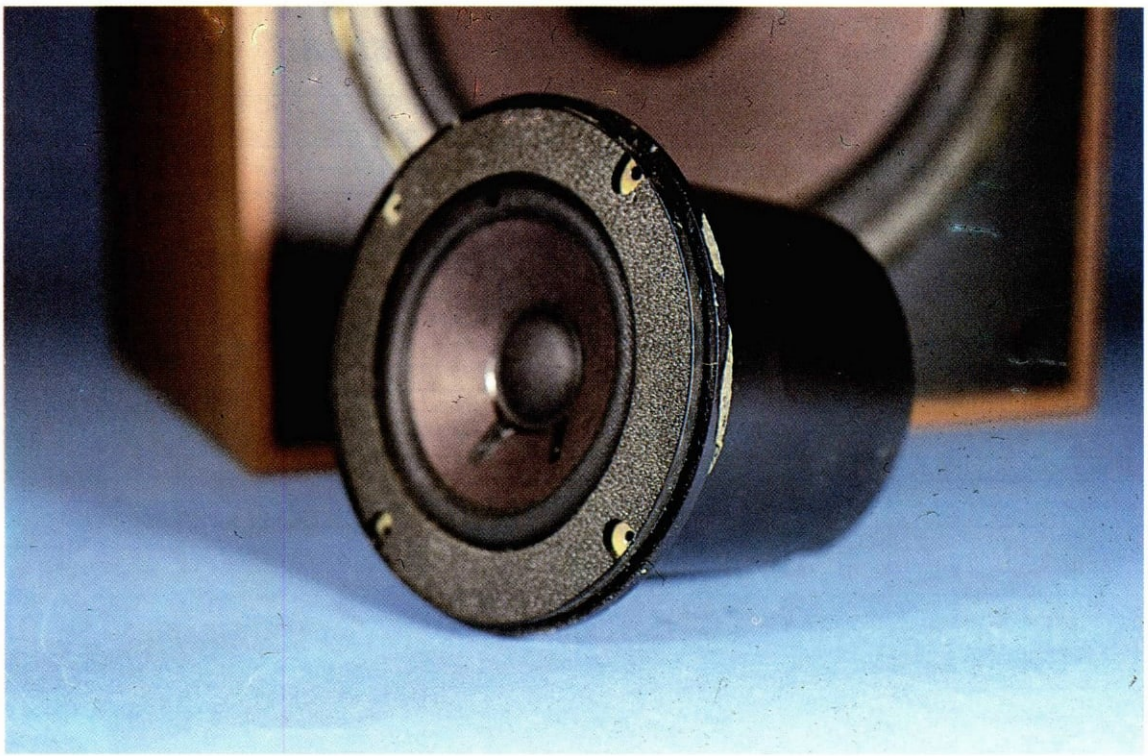
X = Indiferente.
† = Combinaciones anteriores.
* = Para cristal líquido hay que aplicar una onda cuadrada a FASE.
Para LED de cátodo común FASE = O.
Para LED de ánodo común FASE = 1.

CARACTERISTICAS EN CORRIENTE CONTINUA

Símbolo	Parámetro denominación	Condiciones de medida	VALORES			Unidades
			Mín.	Típ.	Máx.	
I_{DD}	Intensidad de alimentación en reposo	$V_{CC} = 10\ V$, $V_{CC} = V_{CC}$ ó /	20		300	μA
V_{OL}	Tensión de salida para nivel bajo	$V_{CC} = 10\ V$, $\lvert I_O \rvert < 1\ \mu A$	0		0,05	V
V_{OH}	Tensión de salida para nivel alto	$V_{CC} = 10\ V$, $\lvert I_O \rvert < 1\ \mu A$	9,95	10		V
V_{IL}	Tensión de entrada para nivel bajo	$V_{CC} = 10\ V$, $V_O = 1\ V$ ó $9\ V$			3	V
V_{IH}	Tensión de entrada para nivel alto	$V_{CC} = 10\ V$, $V_O = 1\ V$ ó $9\ V$	7			V
I_{OL}	Corriente de salida a nivel bajo	$V_{CC} = 10\ V$, $V_O = 0,5\ V$	0,9			mA
I_{OH}	Corriente de salida a nivel alto	$V_{CC} = 10\ V$, $V_O = 9,5\ V$	0,9			mA
I_{IN}	Corriente de entrada	$V_{CC} = 15\ V$, $V_{IN} = 0\ V$ $V_{CC} = 15\ V$, $V_{IN} = 15\ V$		-10^{-5} -10^{-5}	-1 1	μA μA

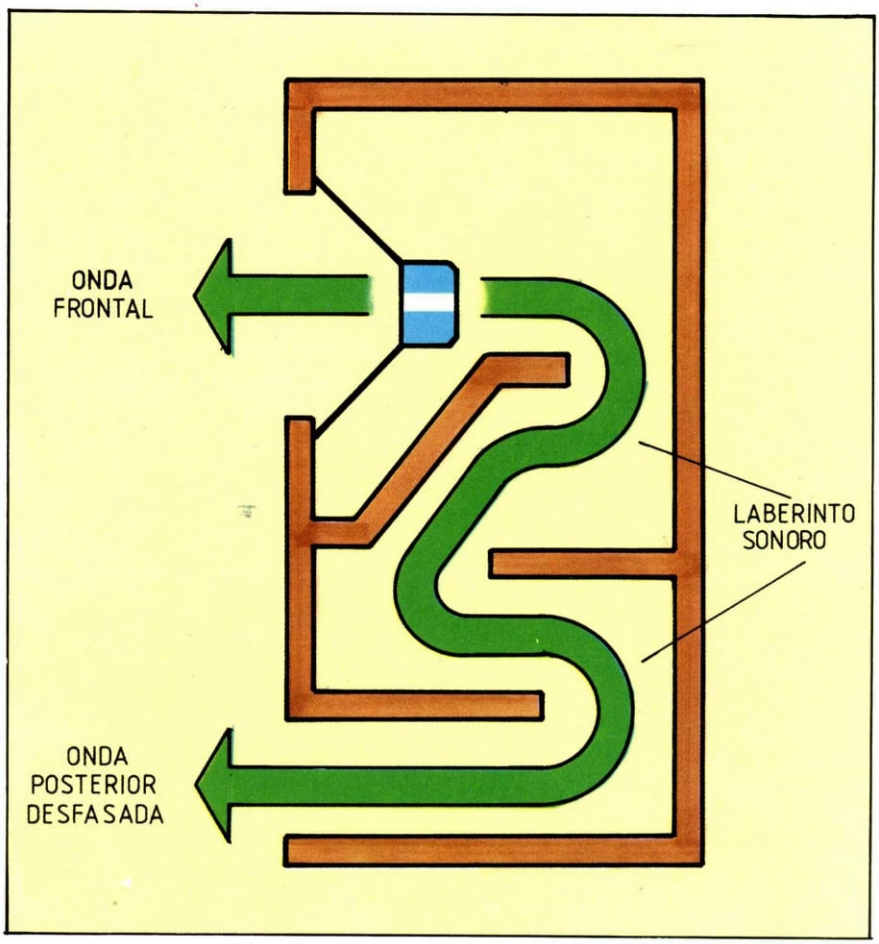
CARACTERISTICAS EN CORRIENTE ALTERNA ($V_{CC} = 10\ V$)

Símbolo	Parámetro denominación	VALORES		Unidades
		Típ.	Máx.	
t_r	Tiempo de subida de una salida	50	100	ns
t_f	Tiempo de bajada de una salida	50	100	ns
t_{PLH}	Tiempo de retardo de propagación (ON)	170	440	ns
t_{PHL}	Tiempo de retardo de propagación (OFF)	180	440	ns
$t_{SET\text{-}UP}$	Tiempo de cambio antes del latch	-2	30	ns
t_{HOLD}	Tiempo de mantenimiento	20	45	ns
PW_{LD}	Anchura del pulso de latch	30	100	ns
C_{IN}	Capacidad de entrada	5	7,5	pF
C_{PD}	Capacidad de disipación de potencia	300		pF



Este otro altavoz está destinado a reproducir las frecuencias «medias», se le conoce con el nombre de «Squawker». Por lo tanto, la banda de reproducción está situada entre las reproducciones por el «Tweeter» y las del «Woofer».

Caja de tres vías. Lo normal es necesitar más de un altavoz para reproducir con cierto nivel de calidad todo el espectro audible. Es corriente utilizar dos o tres vías, cada una de ellas con un altavoz o altavoces.



En el tipo de caja reflex se hace pasar a la onda posterior por una serie de laberintos hasta conseguir que el desfase con respecto a la anterior sea nulo. De esta manera se consigue obtener el rendimiento óptimo del altavoz.

ALTAVOCES Y PANTALLAS

Básicamente un altavoz es un dispositivo que transforma las señales eléctricas en ondas sonoras, audibles por el oído humano. El sonido se produce mediante movimiento mecánico de una membrana actuada por un procedimiento electromecánico.

Los primeros altavoces que aparecieron en el mercado fueron llamados *dinámicos* y sus fundamentos se siguen empleando hoy en la mayor parte de los mismos. Una serie de mejoras en el diseño han hecho que se consiga cubrir todo el margen de frecuencias audibles, lo que en un principio era impensable lograr. En la actualidad existen tres tipos básicos de altavoces: dinámicos, electrostáticos y piezoeléctricos.

Altavoces dinámicos

Cuatro son los elementos fundamentales que componen un altavoz dinámico en su forma más simple:

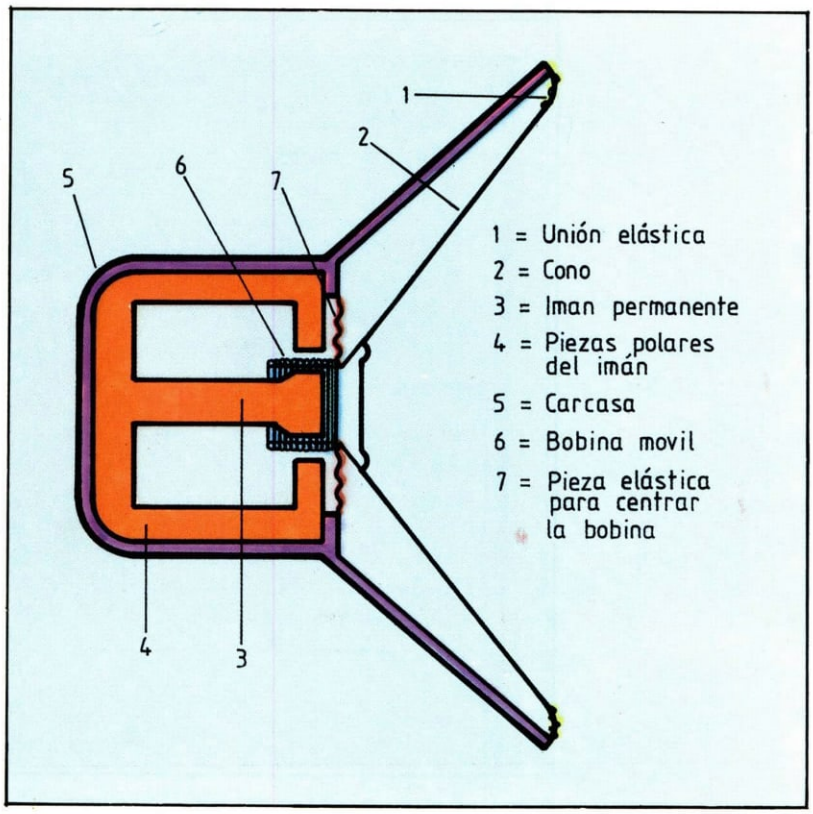
— Bobina móvil.
— Cono.
— Imán permanente.
— Estructura o soporte.

La bobina móvil está construida por várias espiras de cobre arrolladas sobre un soporte de papel cartón. Los extremos de la bobina se llevan al exterior con objeto de poder conectar en ellos la señal de excitación. El cono está unido solidariamente con la bobina y está formado por un tipo de cartón fino y de textura especial.

En altavoces pequeños destinados a la reproducción de las notas más agudas se emplea como material para el cono el aluminio o el plástico, pero en la mayoría de los casos éste ya no presenta la forma que su nombre indica, sino que adopta una configuración de cúpula esférica.

La bobina móvil está inmersa en el campo magnético creado por un imán permanente, de forma que las líneas del campo del mismo son perpendiculares a las espiras de la bobina. Este conjunto de imán-bobina móvil suele llamarse *elemento motor del altavoz.*

Normalmente el diámetro del altavoz está relacionado con las frecuencias que está destinado a reproducir. Los mayores diámetros se emplean para las frecuencias más bajas y se las conoce con el nombre de «Woofer». Los de menor diámetro se emplean, por tanto, con las frecuencias más altas, designándose con el nombre de «Tweeter». Si se desea buena fidelidad se hace ne-



Despiece de un altavoz dinámico. Básicamente son cuatro los elementos que lo componen: bobina móvil, cono, imán permanente y la estructura o soporte de todo el conjunto.

cesario acudir a sistemas de más de un altavoz, de forma que cada uno responda fielmente a una determinada banda y puede cubrirse con todos ellos el margen total del espectro audible de frecuencia.

Existen altavoces de «doble cono» y constan de un solo elemento motor que mueve el conjunto de dos conos unidos solidariamente por su circunferencia menor. En ellos se produce una separación mecánica de las frecuencias, ya que cada cono responderá mejor a una determinada banda, obteniéndose un sistema más económico que el de doble o triple altavoz.

Altavoces electrostáticos

Este tipo de altavoces tiene una estructura muy similar a la de un condensador, pero con unas superficies muy grandes. Una de las armaduras se mantiene fija y la otra se deja libre. Al aplicar entre ellas una tensión se producirá una fuerza de atracción que variará con ella, produciéndose una vibración en la placa libre que se transmite en forma de sonido.

Estos altavoces presentan un inconveniente y es que requieren una tensión de polarización sobre la que se superpone la señal útil de reproducción. Necesitan un multiplicador especial.

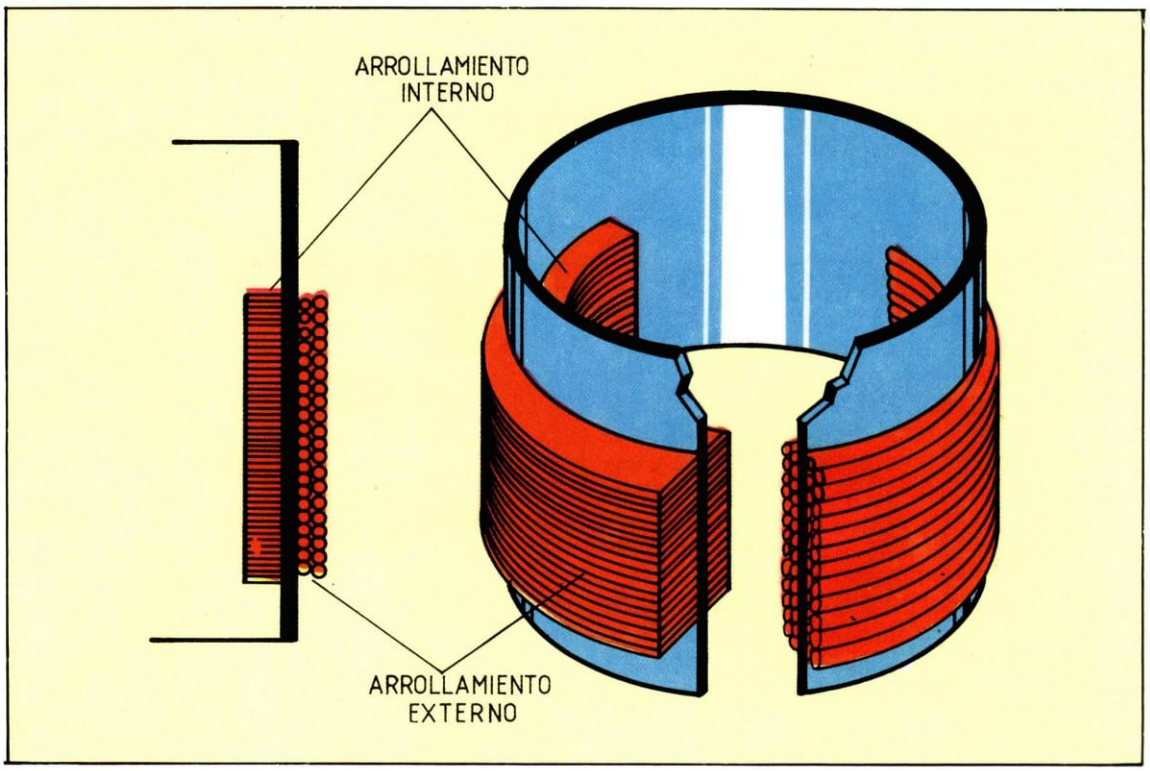
Altavoces piezoeléctricos

Estos aprovechan el efecto del mismo nombre que poseen algunos materiales, como el cristal de cuarzo, cuando se les corta según una forma determinada. Suelen estar formados por una lámina de ese material, sobre la que se aplica la señal eléctrica, que está mecánicamente unida a través de unas varillas a un diafragma o cono que produce las vibraciones del aire y dan lugar a ondas sonoras.

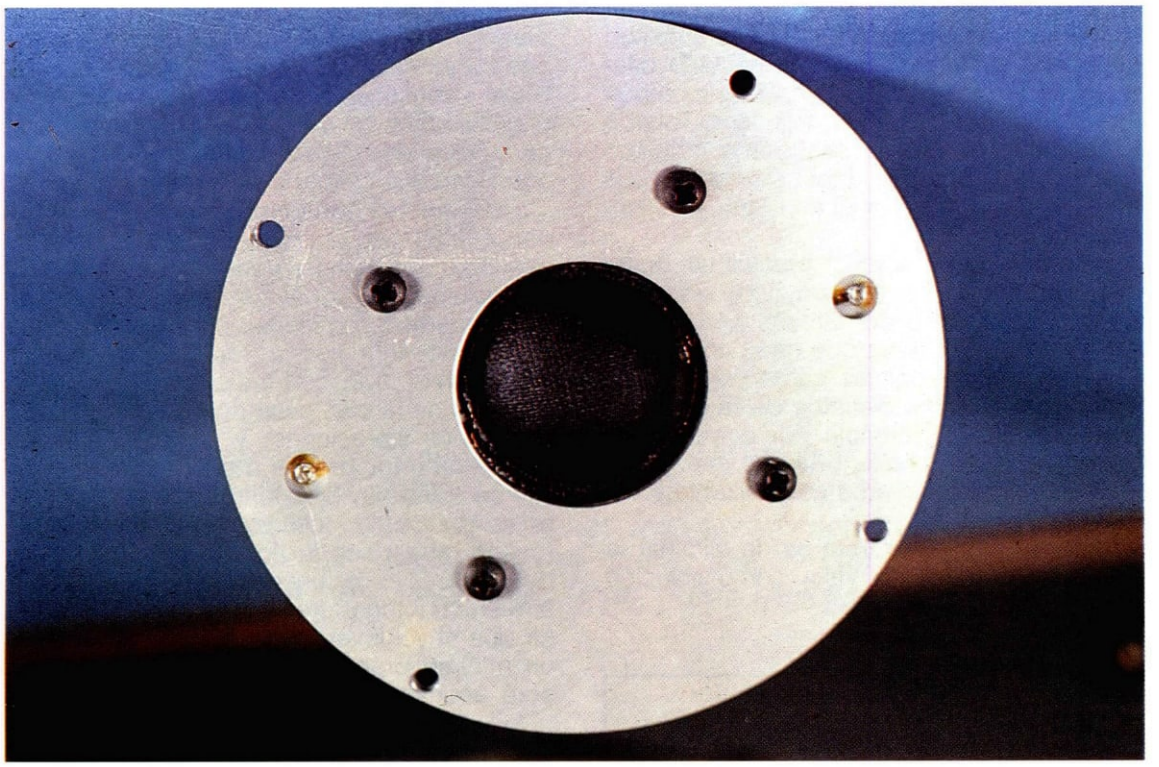
Este modelo de altavoz sólo se emplea en los casos en que la fidelidad no es un factor importante, pues no proporciona buena calidad de reproducción.

Pantallas acústicas

Cuando se excita la bobina de un altavoz estando éste al aire libre (sin ningún tipo de caja o similar), el cono vibra de tal manera que se produce una onda sonora. Pero, además de moverse, el aire que tiene delante, también lo hace el que tiene detrás. La consecuencia es que se producen dos ondas sonoras: la frontal y la posterior, que son iguales en amplitud, pues han sido producidas por el mismo movimiento del cono, pero opuestas en fase, porque cuando el cono «comprime» la onda frontal «deprime» la posterior. Estas



Bobina móvil de un altavoz. El núcleo de la bobina es un imán permanente, de forma que las líneas del campo magnético son perpendiculares a las espiras de la bobina. A este conjunto se le denomina elemento motor del altavoz.



Esta fotografía nos muestra un altavoz denominado «Tweeter», destinado a reproducir las frecuencias más altas. Podemos comprobar que estos altavoces pierden la forma clásica del cono e incluso éste deja de ser de papel como losnormales.

Este detalle de fotografía nos muestra los huecos practicados en la caja acústica para colocar los altavoces «Tweeter» u «Squawker», así como el recubrimiento interno o relleno para reducir el volumen de aire encerrado en el interior.

ondas se desplazan y desvían al chocar con los objetos. La resultante tendrá una amplitud que puede ser desde la suma hasta la diferencia de las respectivas amplitudes, según la fase relativa de ambas. Por tanto, puede suceder que al oído le llegue una amplitud sonora doble de la que debería llegar (la que emitió el altavoz), o, por el contrario, una amplitud nula.

Una forma de evitar estos efectos tan desagradables podría ser construyendo una pantalla con un agujero del tamaño aproximado del altavoz de tal forma que cada una de las ondas generadas por las caras de la membrana fuera a lados distintos de la pantalla. Para evitar la interferencia por completo, el tamaño de la pantalla tendría que ser «infinito». Pero esta solución no es realizable en la práctica.

Como de lo que se trata es de eliminar la onda posterior, podría valer como solución colocar el altavoz en un orificio hecho en la pared de forma que las radiaciones de ambas caras fueran a parar a habitaciones distintas y acústicamente separadas, o bien que el orificio esté en el techo e, igualmente, cada cara del altavoz radie hacia compartimientos acústicamente separados.

También hay otra forma de conseguir eliminar la onda sonora posterior, y es alojando el altavoz o altavoces en una caja cerrada con la sola abertura del altavoz. Así la onda posterior quedará confinada en el interior, no pudiendo interferir con la frontal. Esta solución tiene como condición indispensable que las paredes de la caja sean rígidas (lo suficiente para evitar vibraciones), y, además, que sea hermética para impedir que parte de la energía se transmita al exterior. Pero la solución no es tan simple, pues presenta un problema: cuanto mayor sea la rigidez del receptáculo del aire, mayor esfuerzo supone comprimir el aire en su interior. Por lo que podemos deducir que el volumen de la caja acústica tendrá un mínimo práctico, por debajo del cual no será aconsejable bajar.

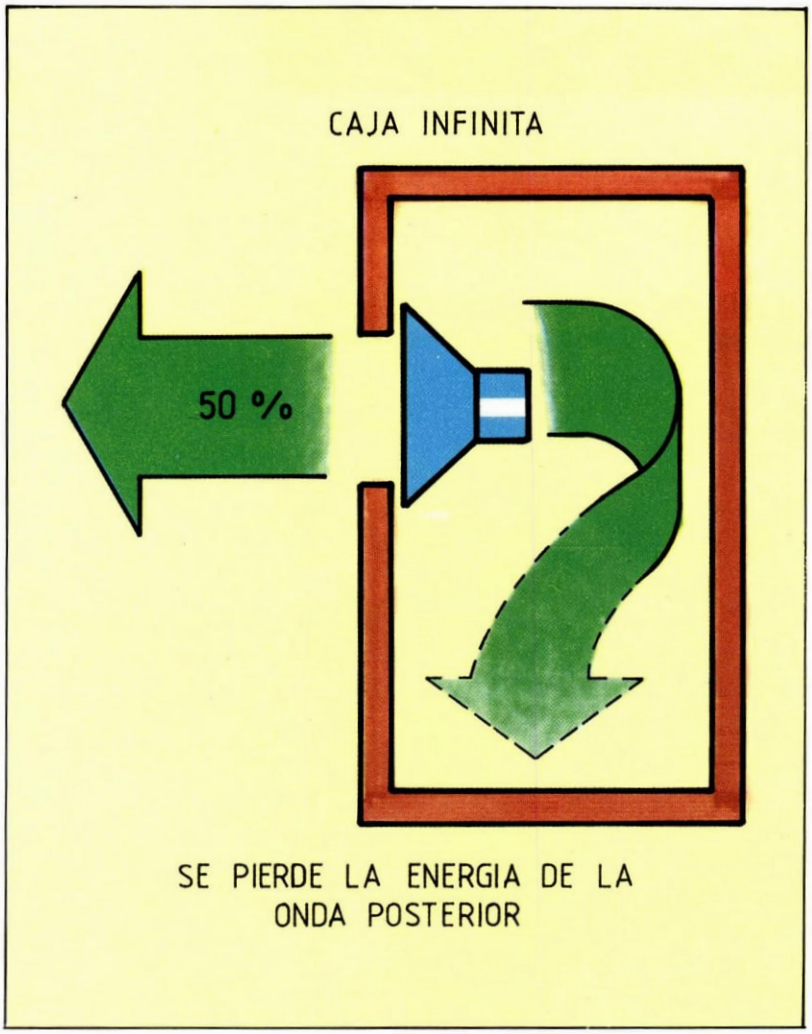
Este fenómeno se aprovecha para construir una caja conocida como de suspensión acústica o de suspensión neumática, en la cual el volumen de aire encerrado se hace muy reducido, presentando una verdadera suspensión neumática a la membrana del altavoz. En la práctica el interior de la caja se rellena de un material absorbente (poliuretano, lana de vídrio, etc.).

Este inconveniente práctico se traduce en una pérdida de la mitad de la energía, que es la que se produce en la cara posterior de la membrana, con lo que el rendimiento del altavoz se reduce también a la mitad.

También puede adoptarse una solución a este bajo rendimiento: aprovechar la energía de la onda posterior para reforzar la onda anterior. Muchos dirán que este era precisamente el origen de todos los males, aunque, en realidad, el problema era algo más sutil, y consistía en que la fase con que llegaba la onda posterior era inadecuada. Si hacemos que la fase de dicha onda se invierta y llegue a sumarse con la frontal, conseguiremos obtener el rendimiento óptimo del altavoz, pues aprovechamos toda la energía que radia.

Este desfase se consigue haciendo que la onda posterior recorra un cierto camino, cuya longitud sea igual a una semilongitud de onda del sonido de frecuencia más baja que se desee reproducir, antes de hacerla salir al exterior a través de una abertura. Habremos construido así una caja «reflex».

Dentro de esta denominación se incluyen diversos tipos de cajas, todas ellas haciendo uso del mismo principio de inversión de las notas graves, aunque diferenciándose en la forma de conseguirlo.



En este dibujo podemos ver cómo la onda posterior queda confinada en el interior de la caja, pero presenta el problema de la pérdida de energía, siendo ésta del 50 por 100, con lo que el rendimiento del altavoz también se reduce a la mitad.

CONTROL REMOTO POR INFRARROJOS

En estas páginas se propone la construcción de un control remoto de cuatro canales de gran calidad y prestaciones. La gran flexibilidad del circuito hace posible otras disposiciones que se adapten más a las necesidades del lector, de tal manera que se puede ampliar el número de canales y su lógica de funcionamiento sin variar básicamente los componentes principales.

El accionamiento de diferentes aparatos por control remoto cada día tiene más importancia, sobre todo en procesos industriales y consumo. La única dificultad está en elegir adecuadamente el sistema para evitar problemas de funcionamiento debido a las posibles interferencias.

Existen básicamente tres sistemas para el control remoto: radio, ultrasonidos e infrarrojos.

El sistema de radio, si es de gran calidad, es costoso y de difícil montaje, ya que requiere ajustes con instrumentos no habituales en aficionados. Por otro lado, si es de bajo coste es fácil que tenga dificultades de funcionamiento debido sobre todo a interferencias radioeléctricas.

El sistema a ultrasonidos tiene un buen funcionamiento, es sencillo de montaje y ajuste, siendo posible controlar bastantes canales sin problemas. La única dificultad está en que determinadas personas, además de los animales domésticos como los perros, llegan a oír estos ultrasonidos, por lo que en ciertos países está totalmente prohibido este tipo de transmisión. Finalmente, el sistema de infrarrojos es el que está más extendido actualmente debido a su bajo coste y fácil ajuste. Puede comandar muchos canales sin problemas utilizando un sistema de modulación adecuada, consiguiendo una distancia entre 6 a 15 metros, dependiendo de las paredes del entorno, ya que el rebote puede evitar la direccionalidad del sistema.

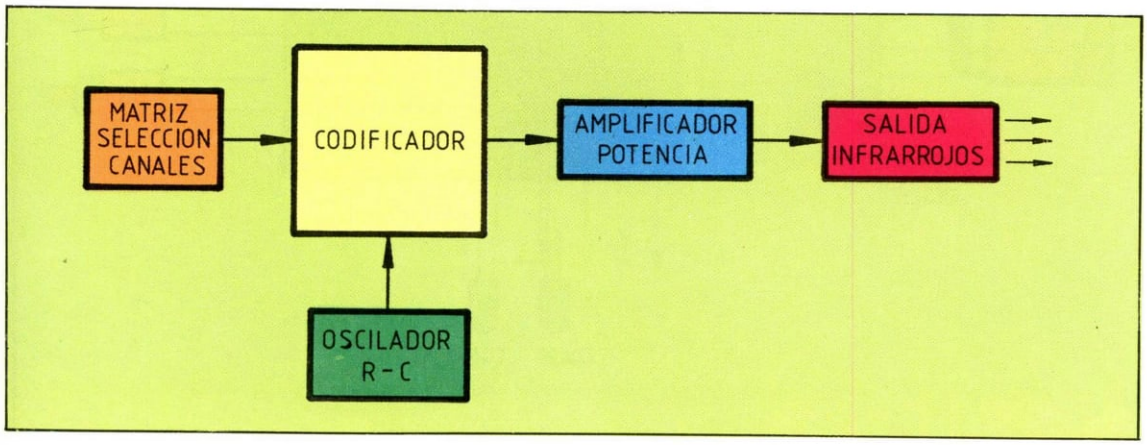


Diagrama de bloques del transmisor.

Descripción del circuito

El sistema de control remoto a infrarrojos de cuatro canales está formado por dos conjuntos: el emisor y el receptor.

El sistema de transmisión se basa en el envío de pulsos codificados en modulación de anchura de tal manera que no son fácilmente influidos por señales parásitas. Por otro lado, el número de impulsos es de cinco, por lo que teóricamente es posible comandar hasta 32 canales independientes.

Para que el receptor interprete correctamente un código enviado es preciso que se repita tres veces, y solamente cuando esto ha ocurrido envía la señal al paso siguiente del código emitido.

El código emitido como se ha comentado es por modulación de anchura, cuya relación entre señal «0» y «1» lógicos es de 1,4, con lo que es fácil su decodificación. Los cinco bits de información están contenidos dentro de seis pulsos transmitidos a una determinada frecuencia que es ajustada por un potenciómetro, tanto del receptor como del emisor, para que puedan ser decodificados dentro de un margen bastante amplio, lo que facilita su ajuste.

Los impulsos emitidos se repiten periódicamente separados por un intervalo de una relación de 3 respecto al «1» lógico.

Todo esto hace que el sistema sea virtualmente inmune a señales incorrectas y fácilmente aplicable a puertas de garaje, radiorreceptores, televisores, vídeos, etc.

El transmisor

El transmisor está formado por el circuito integrado SL490 B, un oscilador RC que determina la frecuencia de transmisión, una etapa de potencia de dos transistores, dos diodos emisores de infrarrojos y una pila de 9 V de alimentación.

El circuito integrado monolítico SL490 B ha sido desarrollado para proporcionar amplias posibilidades en el control remoto por cable, radio, teléfono, ultrasonidos e infrarrojos, etc.

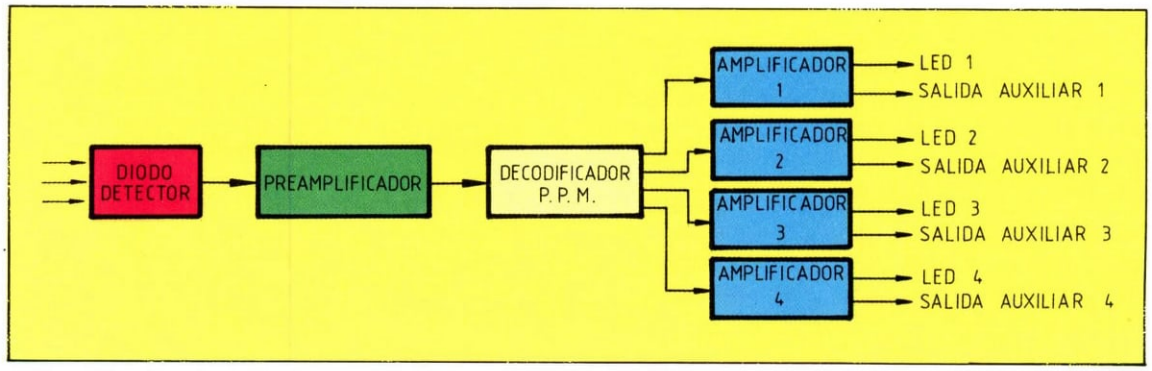
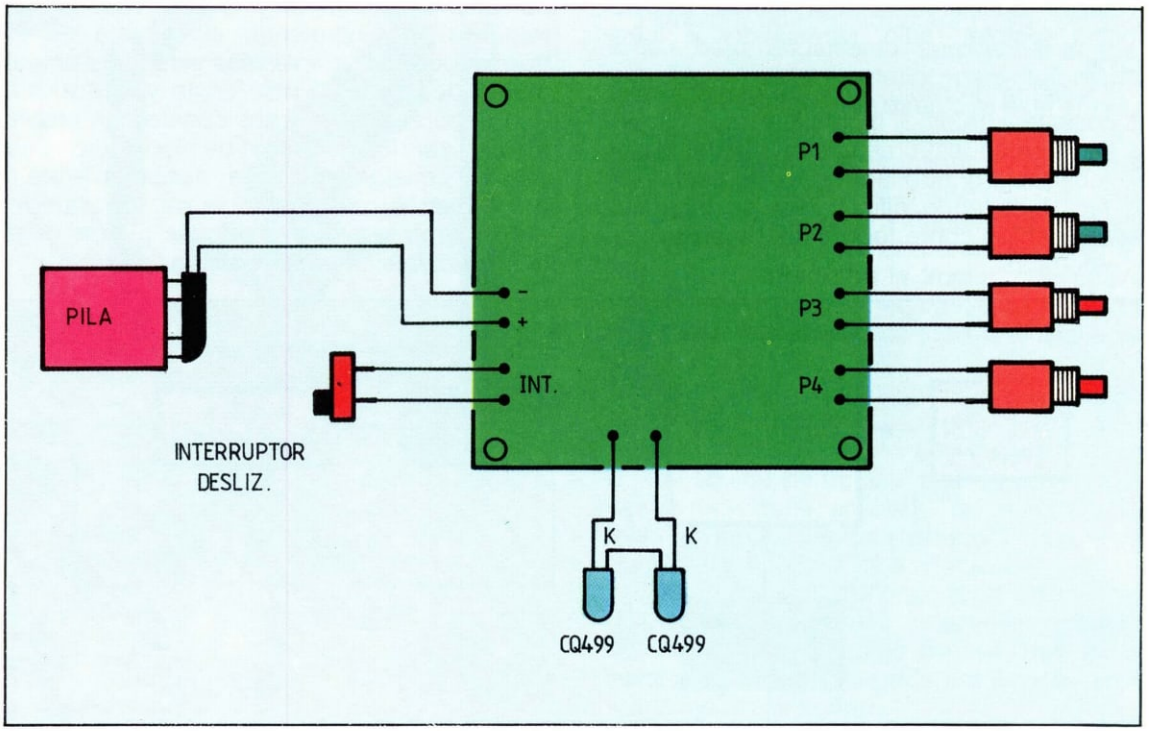


Diagrama de bloques del receptor.



Cableado del equipo transmisor.

Tiene un codificador por filas y columnas de 8 × 4, lo que proporciona 32 códigos posibles, desde el 00000 hasta el 11111; un registro de códigos; un multiplexor; un contador de 3 bits; un modulador de posición de pulsos; un oscilador, y un regulador con un interruptor, de tal manera que solamente consume energía cuando se está emitiendo, aumentando la vida útil de la pila hasta un año o más, dependiendo fundamentalmente de la autodescarga.

La frecuencia de emisión está determinada por el condensador C2 de 220 nF y la resistencia de 10 MΩ en serie con el frecuencíme-Para medir esta frecuencia hay que tener la precaución de usar una sonda atenuadora de 10:1 si se utiliza el osciloscopio, o una resistencia de 10 MΩ en serie con el frecuencímetro para evitar que cargue el instrumento de medida al oscilador y producir errores en la medida.

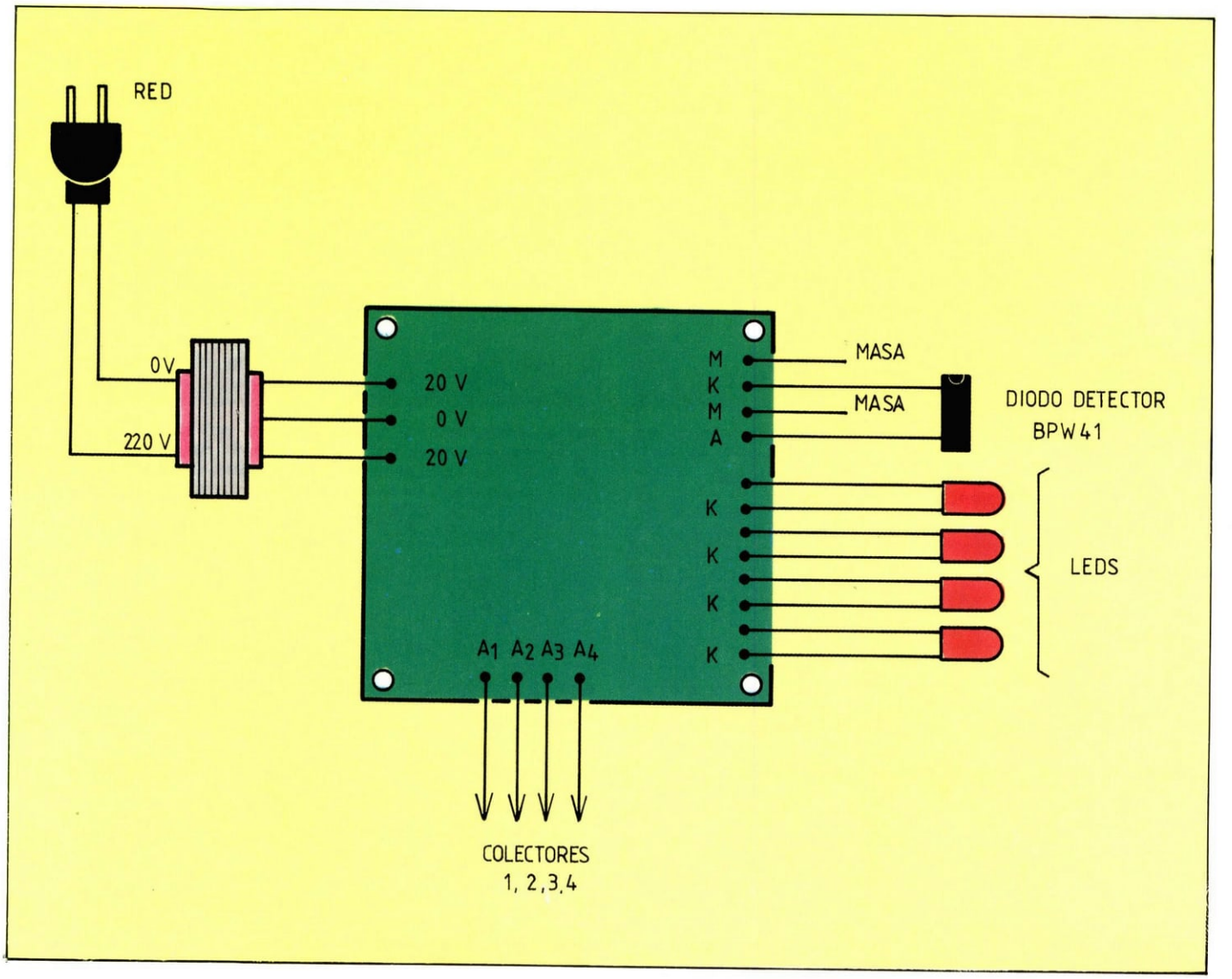
Las patillas del circuito integrado 13, 14, 15 y masa son las columnas de la matriz de programación, y las patillas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 las filas de esa misma matriz. Las patillas 1 y 4 son el negativo y positivo de la alimentación, respectivamente, y la patilla 2 es la salida de los impulsos al amplificador.

El condensador C3 de 68 nF bloquea la continua y alimenta la base del transistor T1 BC327, que actúa de previo. El transistor T2 BD437 amplifica la corriente procedente de T1, que es enviada a dos emisores de infrarrojos CQY 99 puestos en serie.

El condensador C1 de 4,7 μF tiene la misión de filtrar la tensión de la patilla 7 del SL490 B, que es la salida del regulador interno, y el condensador C4 proporciona la energía necesaria de los pulsos de emisión para evitar la resistencia interna de la pila; por ello, este condensador tiene una gran importancia y debe estar lo más próximo posible al transistor de potencia.

La patilla 18 es la salida del oscilador de portadora que es necesario en el caso de ultrasonido, pero no en infrarrojos, por lo que esta ocasión sólo tiene una resistencia R1 de 2,2 kΩ.

Cableado del equipo receptor.



La pila de 9 V tiene en serie un interruptor para cortar la alimentación, aunque en muchos casos no es necesario, ya que el consumo de corriente en reposo es de sólo 10 μA.

El receptor

El receptor está formado básicamente por el fotodiodo BPW 41; el SL-486; el IC-1 como preamplificador; el ML929, IC-2, como decodificador; T1, T2, T3, T4 como amplificadores de salida de los correspondientes canales, una fuente de alimentación de 15 V estabilizados y una tensión auxiliar.

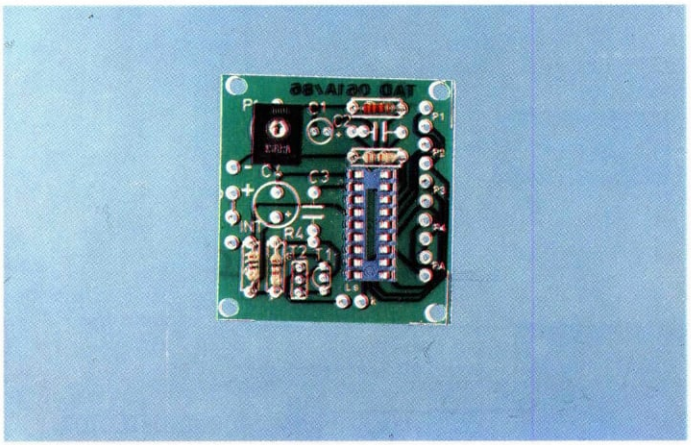
El circuito integrado SL486 es un preamplificador de alta ganancia desarrollado como interfaz entre los diodos detectores de infrarrojos y los decodificadores digitales de canales. Tiene una etapa diferencial de entrada, un girador, un *buffer* (amplificador de corriente) y cuatro etapas amplificadoras con sus correspondientes salidas de desacoplo con control automático de ganancia y un regulador interno.

Las patillas 1 y 16 son la entrada del cátodo y ánodo del fotodiodo, respectivamente; las patillas 2 y 3 son las salidas del girador; la patilla 4 el positivo de la alimentación; las patillas 15, 5 y 6 son los desacoplos de las etapas amplificadoras; la 7 es la salida del regulador interno; la 8 es el desacoplo del control automático de ganancia; las patillas 14 y 13 son la entrada y salida de tierra; la 12, la entrada del regulador, y, finalmente, la 9 es la salida amplificada de pulsos.

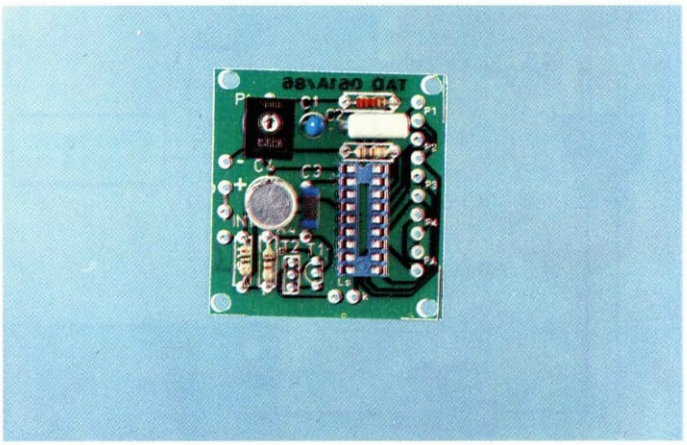
El circuito integrado IC2 ML929 es un decodificador de 4 bits para PPM (pulse position modulation) y es capaz de detectar los 16 códigos de los 32 posibles emitidos por el SL490 B. Estos códigos van del 10000 al 11111, lo que significa que es necesario que siempre se esté emitiendo el quinto a «1».

El ML929 tiene un oscilador cuya frecuencia está determinada por C12 de 33 nF y R3 de 56 kΩ y P1 de 100 kΩ en serie, un generador de tiempo, un demodulador de PPM, un registro de desplazamiento de 6 bits, un latch de 5 bits, un comparador, un latch de 4 bits y cuatro amplificadores de salida.

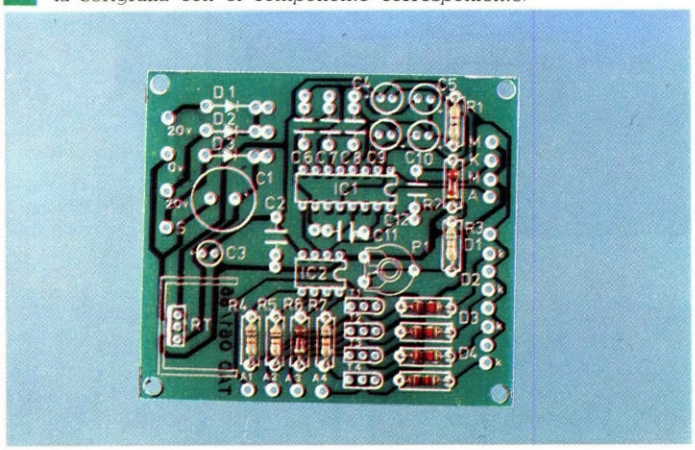
Cuando un tren de impulsos ha sido detec-



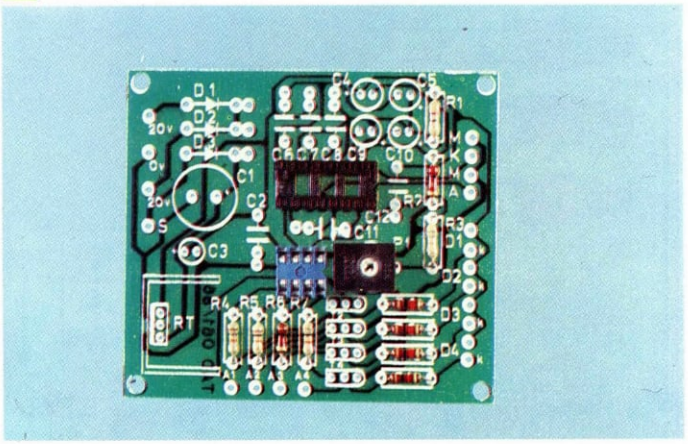
1 *En la primera fase de montaje del transmisor de infrarrojos se instalan las resistencias, potenciómetro y zócalo. Teniendo especial cuidado de hacer coincidir la serigrafía con el componente corresponiente.*



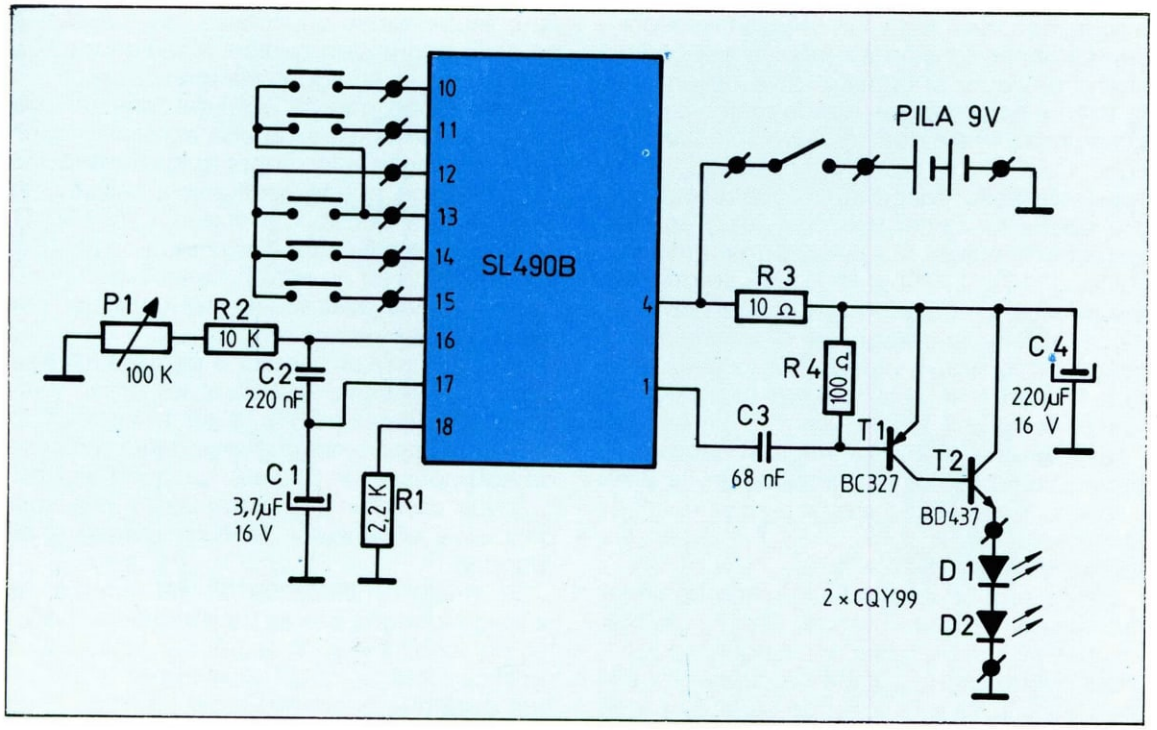
2 *A continuación se insertan los condensadores con la precaución de colocar los condensadores electrolíticos con la polaridad correcta marcada en la serigrafía, haciéndola corresponder con la marcada en el cuerpo de los mismos.*



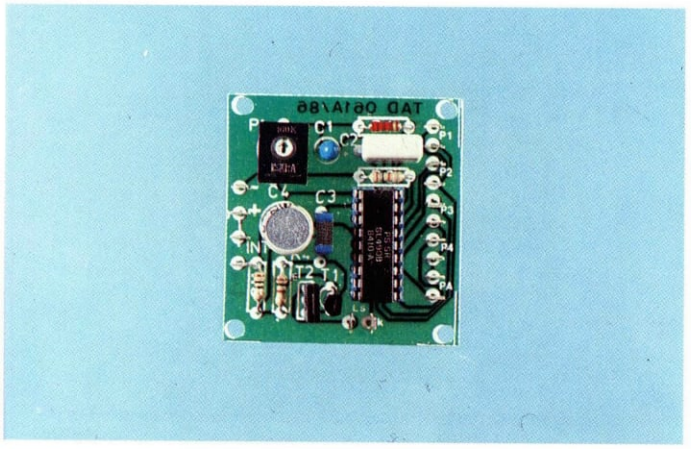
5 *El primer paso para el montaje del transmisor de infrarrojos es la colocación de las resistencias en sus respectivos alojamientos, definidos por la serigrafía.*



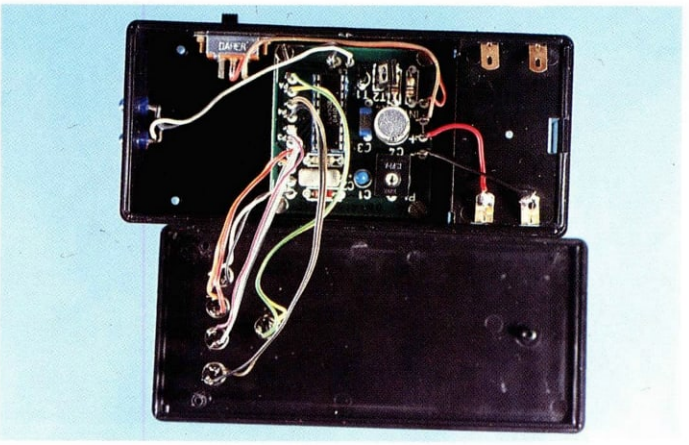
6 *Seguidamente se montan los transistores, espadines y el circuito integrado en su zócalo. Llegado a este punto es conveniente revisar todo para asegurarse del correcto montaje y polaridad de los componentes.*



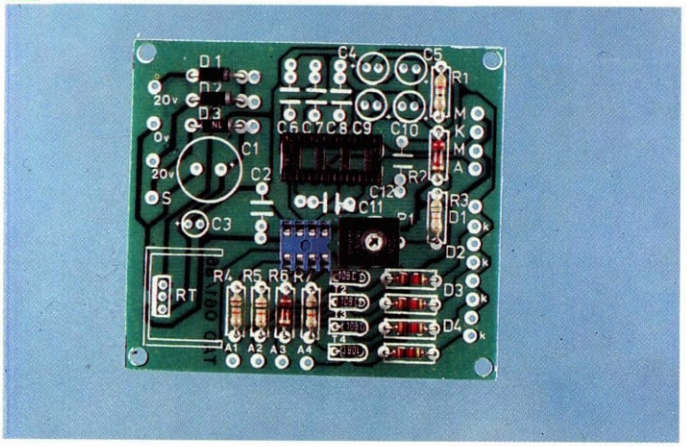
Esquema eléctrico del transmisor.



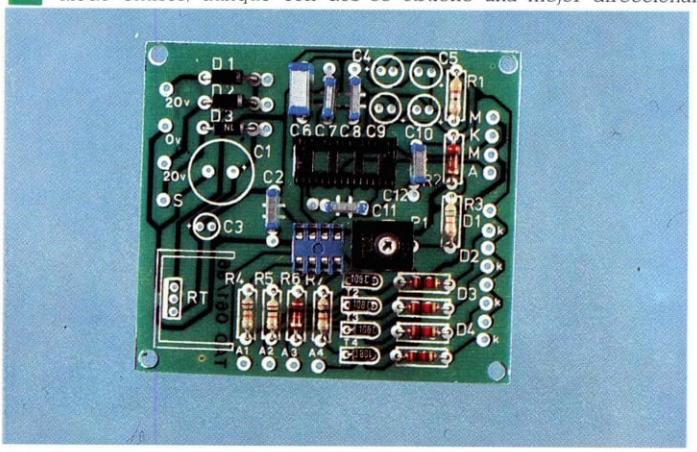
3 *Seguidamente se montan los zócalos de los circuitos integrados SL486 y ML929 y el potenciómetro, con la precaución de ajustarlo en su punto medio aproximadamente.*



4 *Detalle del cableado del transmisor de infrarrojos a la caja y los cinco pulsadores: cuatro canales e inicialización. En algunos casos solamente es necesario un solo diodo emisor, aunque con dos se obtiene una mejor direccionalidad.*



7 *Los diodos de la fuente de alimentación D1, D2 y D3 y los transistores T1, T2, T3 y T4 se instalan con especial cuidado para situarlos en su posición adecuada.*



8 *Condensadores de poliéster. El valor de la capacidad viene marcado en una de sus caras. Hay que procurar leer con atención este dato para evitar errores de montaje.*

tado es decodificado y las salidas correspondientes tienen tensión en función del código binario enviado; si la señal deja de emitirse no tiene efecto, porque queda memorizada y no cambiará hasta que se envíe un nuevo código.

En este caso concreto de cuatro canales sólo puede funcionar uno a la vez y son los correspondientes a los códigos emitidos 11110, 11101, 11011 y 10111. Si se quisiera que más de un canal funcione a la vez solamente habría que elegir en el transmisor el código adecuado y el receptor lo detectaría perfectamente; lo único que hay que exigir es que el quinto bit sea «1».

Las patillas 1 y 4 son el negativo y positivo, respectivamente, de la alimentación; la 2 es la salida del oscilador interno; la 3 es la entrada de señal PPM, y las 5, 6, 7 y 8 son las salidas binarias memorizadas.

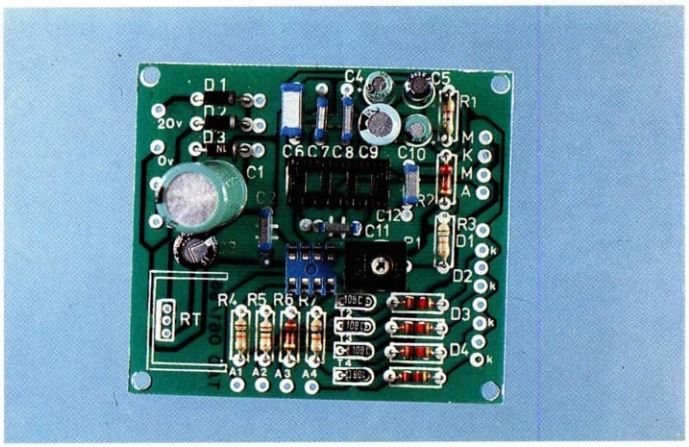
Las salidas binarias sólo admiten corriente hacia fuera hasta un máximo de 15 mA, que no conviene sobrepasar en ningún caso.

Las cuatro salidas atacan a cuatro transistores, T1, T2, T3 y T4, del tipo SC107, que en su colector tienen conectado una resistencia en serie con un led que se iluminará cuando es emitido el código correspondiente.

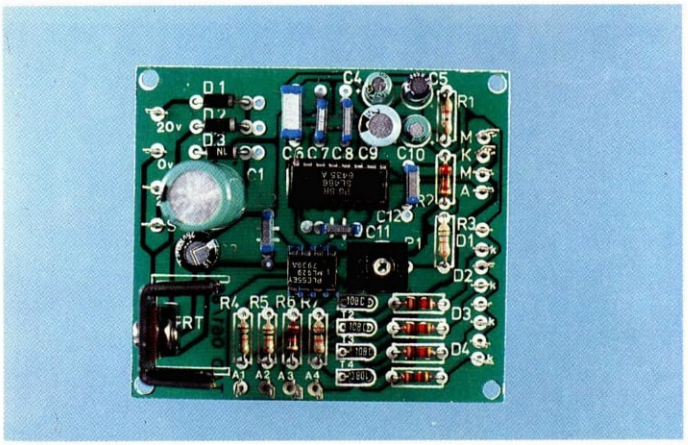
Suponiendo que se quisiera conectar una carga suplementaria de una corriente importante, que no puedan soportar los transistores de salida, se puede conectar al colector un relé de una resistencia superior de 200 Ω, tensión de excitación aproximadamente 18 V con un diodo en oposición (¡muy importante!) para evitar la destrucción del transistor por picos de conmutación.

El positivo de alimentación para los relés se conectará al punto + V para no cargar al regulador de tensión 7815, y así se evita un incremento importante de temperatura. En caso de sobrepasar los 300 mA de consumo, habrá que cambiar el transformador y la caja donde va el receptor, por necesitarse más grandes.

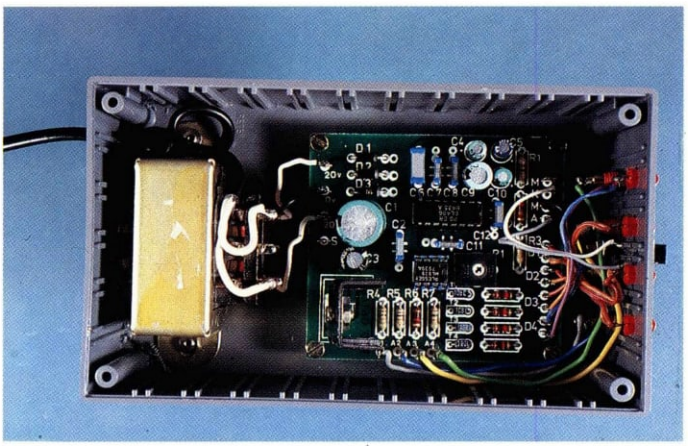
La fuente de alimentación del receptor es la típica formada por un transformador reductor de 220/20 + 20 V, 0,3 A con dos diodos rectificadores D1 y D2 y un tercer diodo D3 que evita que el condensador de filtro C1 de



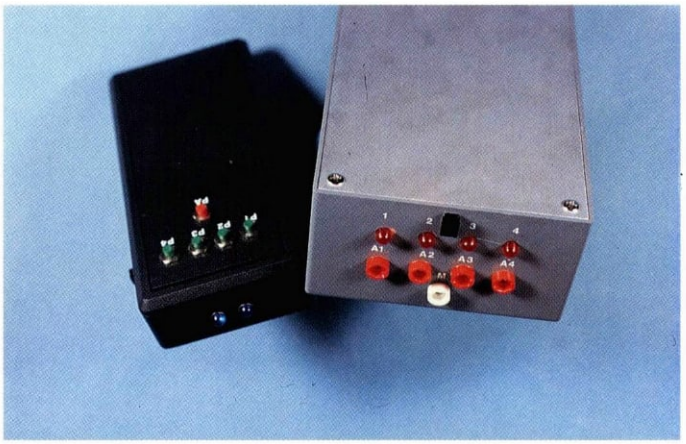
9 *Los condensadores electrolíticos se sueldan posteriormente. Es fundamental que la polaridad sea respetada para evitar la destrucción del circuito.*



10 *El regulador RT tiene polaridad, por lo que hay que situarlo en la posición adecuada. Además, se sueldan al circuito impreso unos espadines para favorecer la salida de cables a la caja.*

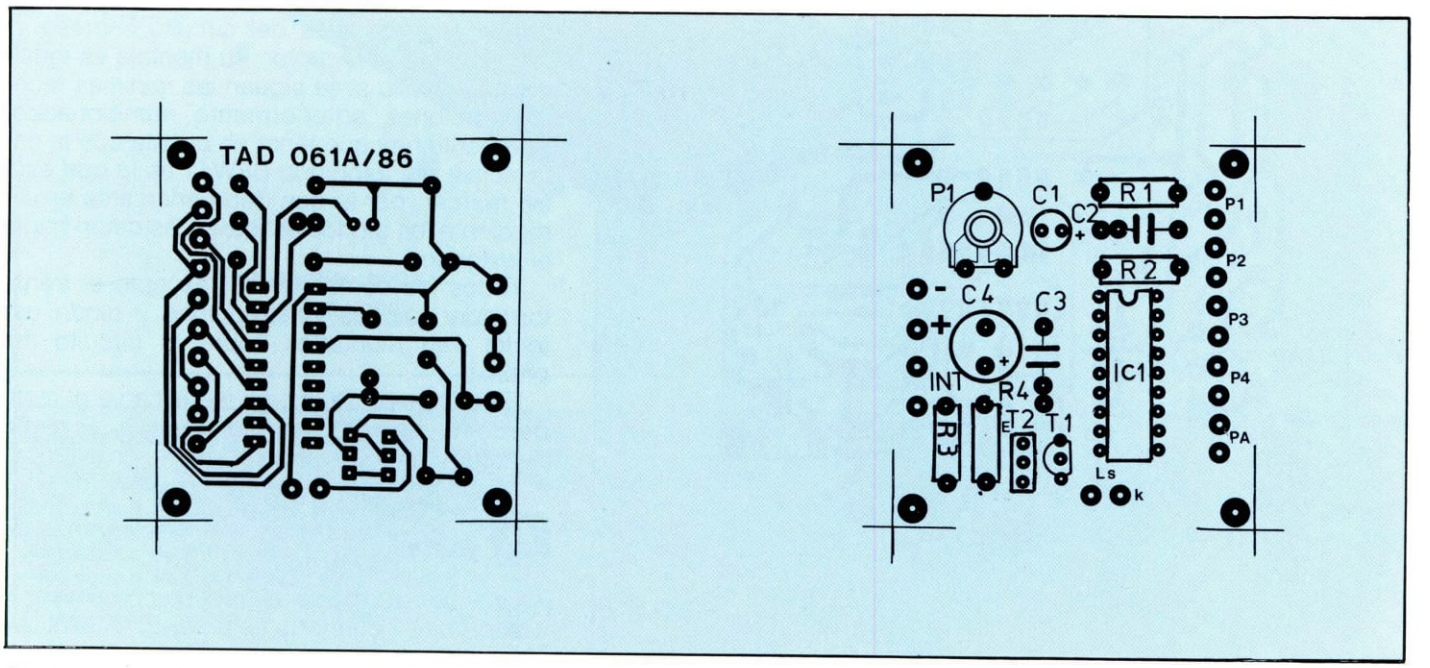


11 *Detalle del cableado. Existen cuatro salidas de los colectores y masa para cargas suplementarias, pero hay que tener cuidado de no sobrepasar la potencia del regulador.*

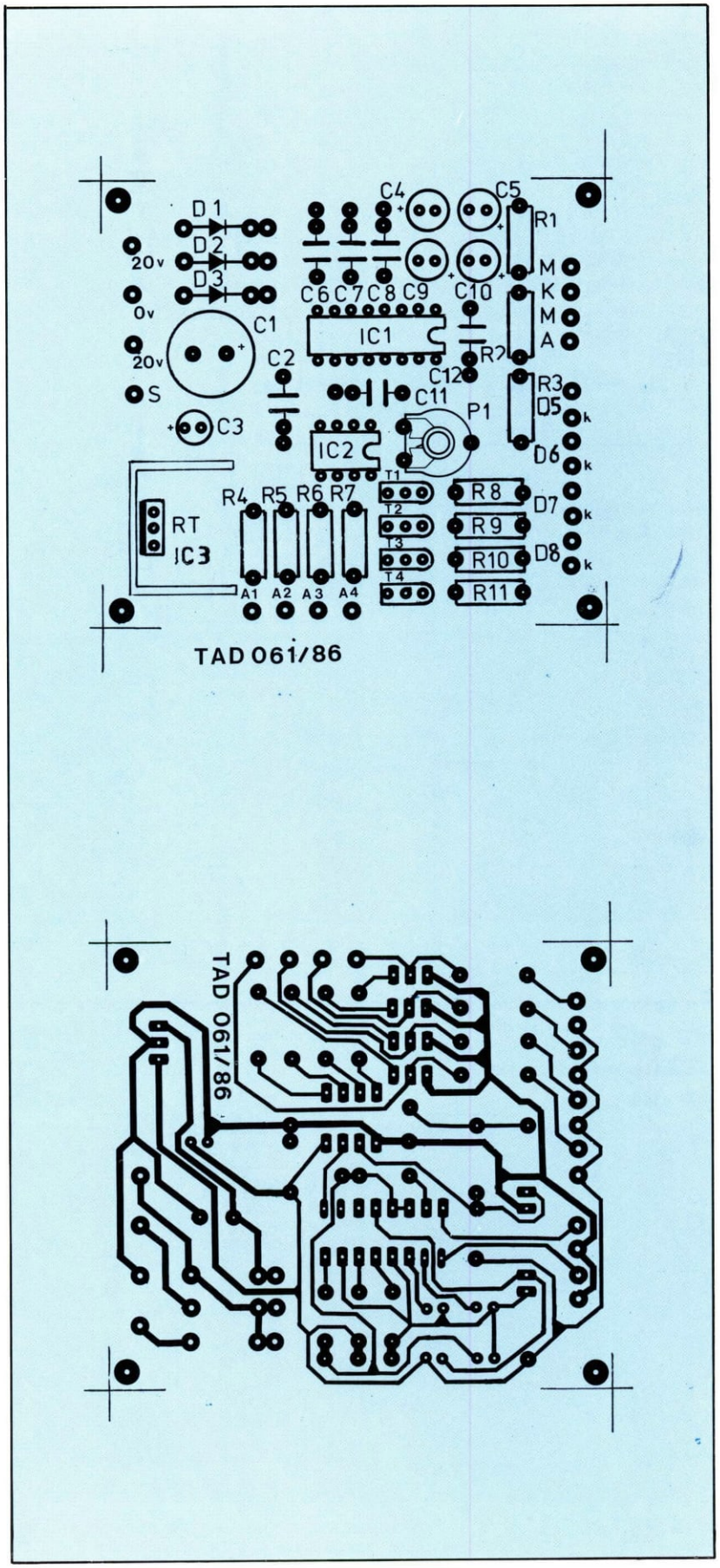


12 *Fotografía del transmisor y receptor de infrarrojos una vez cableados. Para el ajuste se enfrentarán uno a otro, pulsando los correspondientes canales accionando los potenciómetros según se indica en el apartado «Ajuste».*

Esquema eléctrico del receptor.



Circuito impreso del transmisor y serigrafía.



Circuito impreso del receptor y serigrafía.

470 μF se descargue sobre los relés si están conectados. La regulación de tensión se consigue con el 7815, que es un regulador integrado en cápsula TO-220 suficiente para alimentar todo el receptor y pequeñas cargas, excepto los relés, como se ha comentado anteriormente.

El condensador C3 de 100 μF es para filtrar la salida, y el C2 de 100 nF, que está en paralelo, es para lograr evitar señales de radiofrecuencia que el C3 no es capaz de eliminar, debido a la autoinducción interna de todos los condensadores electrolíticos.

En cuanto al diodo fotodetector BPW41 debe conectarse con cables lo más cortos posibles, y si esto no fuera posible se utilizará cable apantallado para reducir el ruido al mínimo posible. Este componente tiene incorporado un filtro de infrarrojos, por lo que se evita en gran medida la saturación de la señal con niveles de iluminación intensa, aunque siempre en estas condiciones existe una limitación de alcance.

Montaje

El montaje del receptor de infrarrojos no tiene excesivos problemas, siendo suficiente poseer ligeros conocimientos de componentes de electrónica. Todos los componentes van montados en la placa de circuito impreso, excepto la pila, los diodos emisores y el interruptor. Hay que prestar gran cuidado que la conexión de los diodos emisores sea con la polaridad correcta; la muesca lateral de éstos indica el cátodo. Por otro lado, tanto el circuito integrado como los transistores podrían sufrir daños si no se conectan en su posición, por lo que recomendamos fijarse en las marcas serigrafiadas que figuran en el lado de componentes del circuito impreso.

En cuanto al receptor, su montaje es igualmente sencillo si se siguen las mínimas recomendaciones anteriormente mencionadas; solamente hay que tener en cuenta que la cara activa del fotodiodo BPW41 es la que está sin marcar, por lo que debe orientarse en dirección a los diodos emisores, es decir, hacia el exterior.

Todos los componentes, excepto el transformador, diodos luminiscentes y diodo detector van montados sobre el circuito impreso.

En el interior de la caja metálica va el resto de componentes, excepto los led y el diodo detector, que van montados en el exterior.

Ajuste

Una vez montado el receptor y emisor y comprobado que todo está correcto, se posicionarán los potenciómetros P1 del receptor y emisor en su parte central conectando un os-

ciloscopio en la patilla 2 y masa del emisor. Se conectará la pila de 9 V y se accionará el interruptor. Se pulsará uno cualquiera de los pulsadores de un canal, debiéndose observar en el osciloscopio los impulsos correspondientes; si esto es así se repetirá esta operación con los otros tres canales.

Se medirá el tiempo de t0 en el osciloscopio que corresponde al «0» lógico.

Se alimentará al receptor y con la ayuda de una sonda de osciloscopio de 10:1 se conectará a la patilla 2 del IC3 ML-929, midiendo la frecuencia del diente de sierra del oscilador.

La relación de la frecuencia Fx es la siguiente:

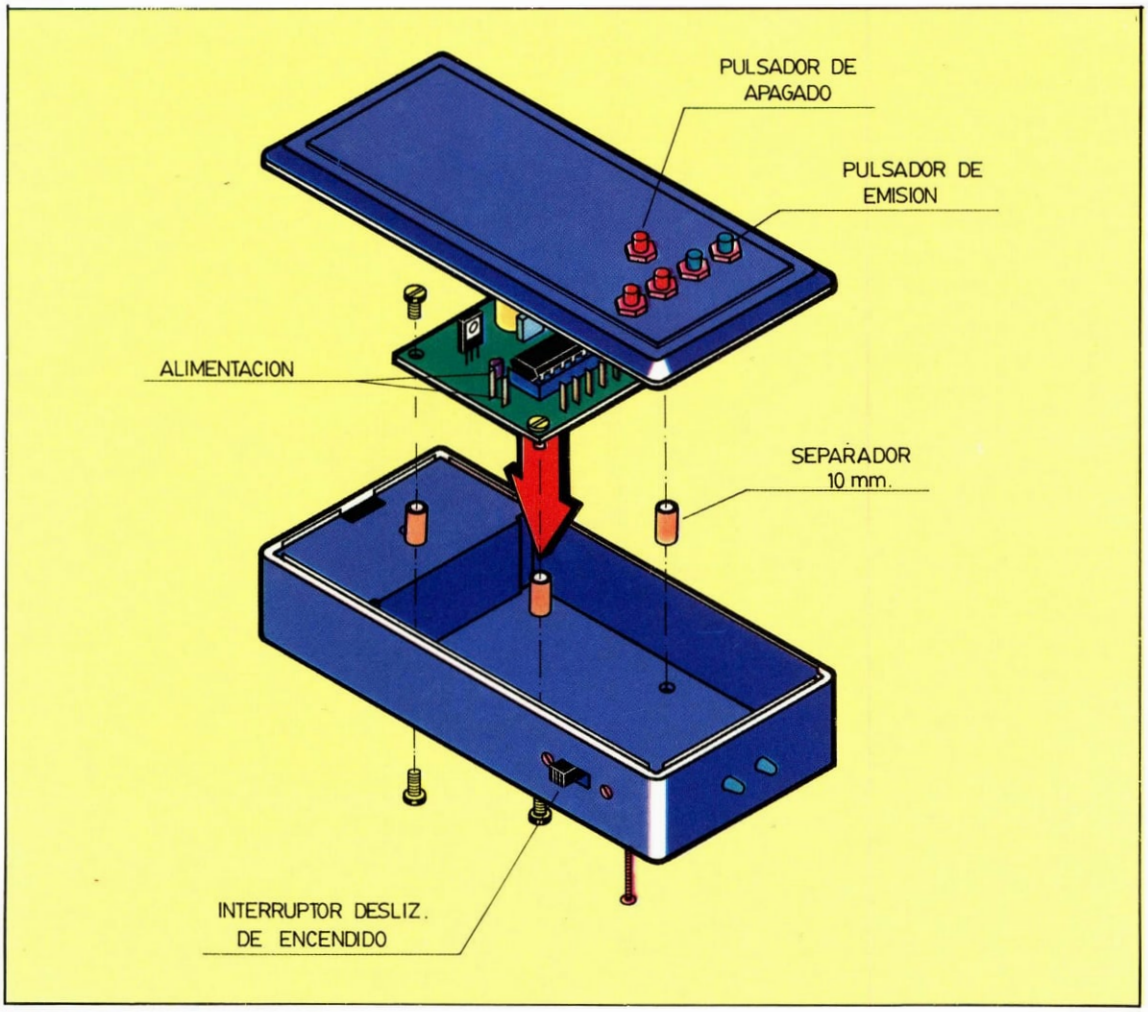
$$Fx = 1/0{,}15CR \text{ y } Fx = 40/t0$$

Luego 40 lo dividimos por el valor t0, obtenido del emisor y nos dará la frecuencia de ajuste del receptor.

De todas formas, debido a no exisir un ajuste crítico, es posible actuar sobre el potenciómetro del receptor cuando el transmisor está emitiendo hasta que el led correspondiente se encienda.

Posteriormente se deben probar todos los canales con una distancia mínima del receptor y del transmisor para ver si el funcionamiento es correcto, retocando el ajuste si es necesario.

Si hubiera problemas, se conectará el osciloscopio en la patilla 3 del ML929 para determinar que hay impulsos cuando el transmisor está funcionando; si no es así, hay que repa-



Despiece mecánico y perspectiva del equipo receptor.

COMPONENTES DEL EMISOR

RESISTENCIAS

R1-Resistencia 2,2K 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R2-Resistencia 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R3-Resistencia 10Ω 1/4 (marrón, negro, negro).
R4-Resistencia 100Ω 1/4 (marrón, negro, marrón).

CONDENSADORES

C1-Condensador 4,7 μF electrolítico radial, 16 V.
C2-Condensador 220 nF poliéster.
C3-Condensador 68 nF poliéster.
C4-Condensador 220 μF electrolítico radial, 16 V.

POTENCIOMETROS

P1-Potenciómetro 110 K circuito impreso.

SEMICONDUCTORES

IC1-Circuito integrado SL490B.
T1-Transistor BC327.
T2-Transistor BD437
D1-Diodo emisor CQV99.
D2-Diodo emisor CQV99.

VARIOS

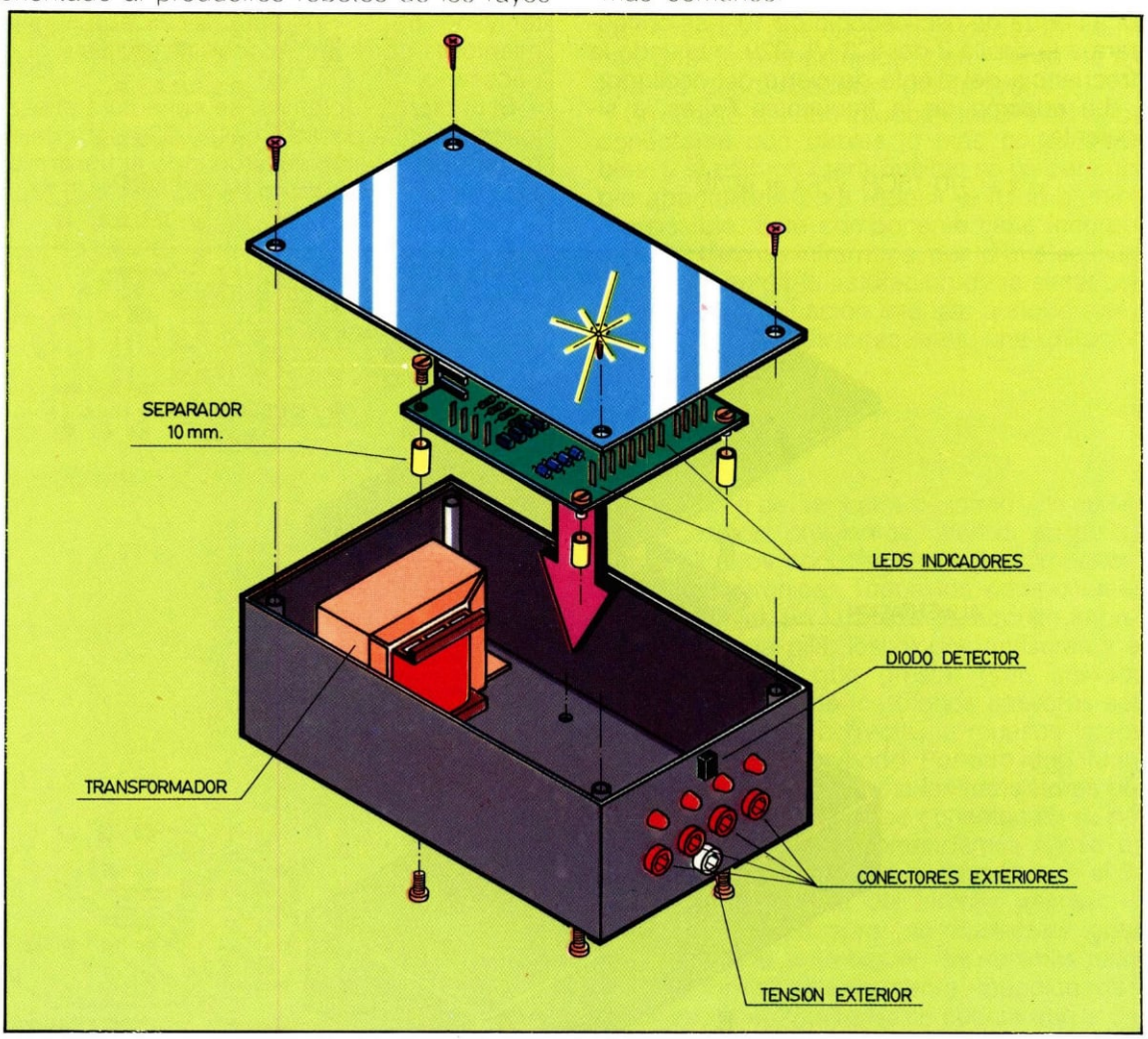
— 1 zócalo circuito integrado 18 patillas.
— 1 interruptor deslizante.
— 1 pila 9 V.
— 5 pulsadores miniatura.
— 1 caja PP-5 con portapilas.

sar la circuitería de entrada hasta conseguirlos y proceder al ajuste.

El alcance se puede aumentar utilizando sobre los diodos emisores de unas parábolas reflectoras que se venden comercialmente, aunque el alcance conseguido en la mayoría de las aplicaciones es suficiente. Aunque el sistema es direccional, cuando hay paredes se puede hacer funcionar aunque no esté orientado al producirse rebotes de los rayos infrarrojos.

Este control remoto se puede aplicar en todos los casos en que su radio de acción lo permita; solamente es preciso colocar un relé adecuado para comandar la carga exigida y precintar los ajustes para evitar su desplazamiento.

En puertas de garaje, alarmas domésticas, control de motores, etc., son las aplicaciones más comunes



Despiece mecánico y perspectiva del equipo transmisor.

COMPONENTES DEL RECEPTOR

RESISTENCIAS

R1 -Resistencia 47 1/4 W (amarillo, violeta, negro).
R2 -Resistencia 200 1/4 W (rojo, negro, marrón).
R3 -Resistencia 56K 1/4 K (verde, azul, naranja).
R4 -Resistencia 10K 1/4 K (marrón, negro, naranja).
R5 -Resistencia 10K 1/4 K (marrón, negro, naranja).
R6 -Resistencia 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R7 -Resistencia 10K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R8 -Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R9 -Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R10-Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R11-Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).

POTENCIOMETROS

P1 -Potenciómetro 100 K (circuito impreso).

CONDENSADORES

C1 -Condensador 470 μF electrolítico radial, 50 V.
C2 -Condensador 100 nF poliéster.
C3 -Condensador 100 μF electrolítico radial, 25 V.
C4 -Condensador 22 μF electrolítico radial, 16 V.
C5 -Condensador 33 μF electrolítico radial, 16 V.
C6 -Condensador 150 nF poliéster.
C7 -Condensador 4,7 nF poliéster.
C8 -Condensador 22 nF poliéster.
C9 -Condensador 47 μF electrolítico radial, 16 V.
C10-Condensador 10 μF electrolítico radial, 16 V.
C11-Condensador 15 nF poliéster.
C12-Condensador 33 nF poliéster.

SEMICONDUCTORES

D1-Diodo 1N4001 silicio.
D2-Diodo 1N4001 silicio.
D3-Diodo 1N4001 silicio.
D4-Diodo receptor BPW41.
IC1-Circuito integrado SL486.
IC2-Circuito integrado ML929.
IC3-Regulador tensión LM7815.
T1-Transistor SC107.
T2-Transistor SC107.
T3-Transistor SC107.
T4-Transistor SC107.
D5-Led rojo.
D6-Led rojo.
D7-Led rojo.
D8-Led rojo.

VARIOS

— 1 zócalo de 16 patillas.
— 1 zócalo de 8 patillas.
— 1 transformador 220 V/2 × 20 V 0,3 A.
— 5 gomas pequeñas de salida.
— 1 caja RP.3 Polibox.

RESISTENCIAS LDR

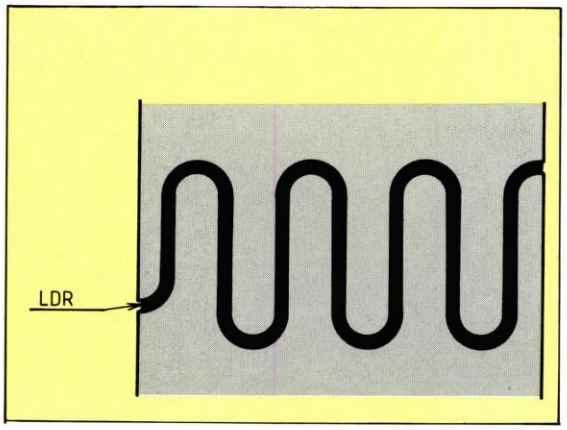
Las siglas LDR son las iniciales de la denominación inglesa Light Dependent Resistor, es decir, resistencia dependiente de la luz, que definen perfectamente la peculiaridad de estos elementos: se trata de dispositivos electrónicos en los que la magnitud física resistencia *depende de otra magnitud,* iluminación, *cuya unidad es el* lux *(recordemos que un lux es un lumen por metro cuadrado). La relación resistencia-iluminación no es directamente proporcional, sino que, por el contrario, cuanto mayor sea la iluminación a que se sometan estos dispositivos electrónicos, menor será la resistencia que ofrecen al paso de la corriente eléctrica, es decir, esta relación es inversa.*

Esta peculiaridad se debe a que el material con el que básicamente están fabricados estos dispositivos, el sulfuro de cadmio, tras ciertos tratamientos, no mantiene prácticamente ningún electrón libre cuando se le somete a una oscuridad absoluta. Sus electrones se mantienen fuertemente unidos a los átomos que integran la estructura cristalina de este material cuando no está sometido a radiaciones luminosas; para los electrones de este material la luz desempeña un papel de agente desestabilizador, ya que la iluminación de estos cristales supondrá la liberación de aquellos electrones; las radiaciones luminosas suministran suficiente energía para que estos electrones pasen a la banda de conducción. De aquí se justifica la denominación de fotoconductor que habitualmente reciben.

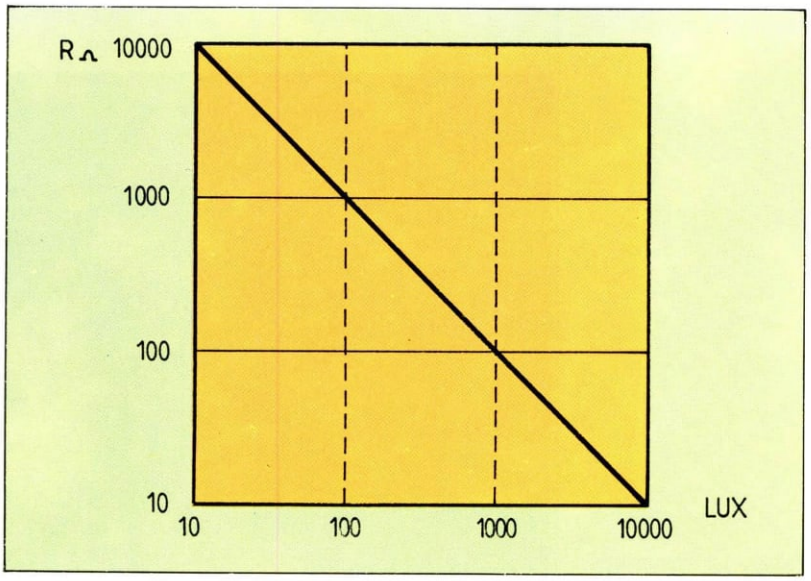
En principio, y consecuentemente con lo anteriormente expuesto, parecerá lógico pensar que la resistencia de estos materiales en ausencia de iluminación fuera prácticamente infinita, es decir, fueran aislantes perfectos. Pero esto no es cierto debido a que la energía térmica proporcionada por la temperatura ambiente hace que cierto número de electrones pasen a la banda de conducción.

Su carácter de fotoconductor aumenta notoriamente si se agregan a aquel material pequeñas cantidades de materiales activadores, tales como plata o galio.

El material con que se fabrican los resistores LDR no es más que polvo de sulfuro de cadmio activado con los precipitados materiales y prensando en forma de pequeñísimas tabletas. Este material se deposita en los es-



Forma típica de una resistencia LDR.



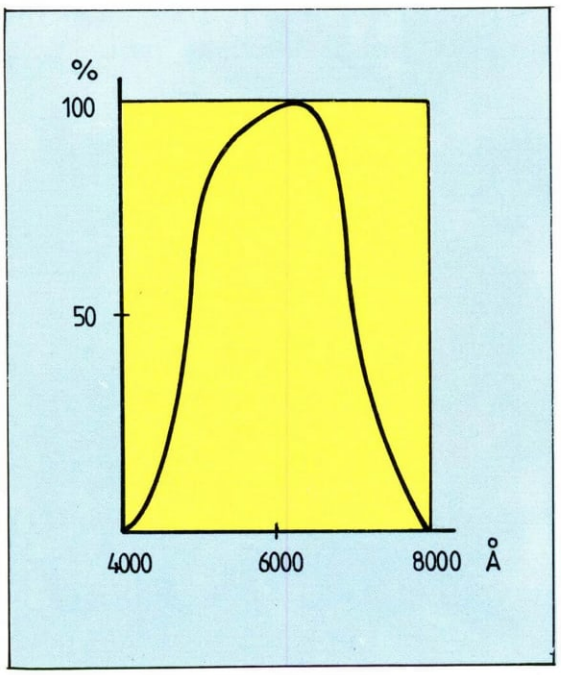
Relación resistencia-iluminación para una LDR.

pacios libres que mantienen los electrodos dispuestos, por regla general, en forma de peines regulares de puntas cuadrangulares o redondeadas.

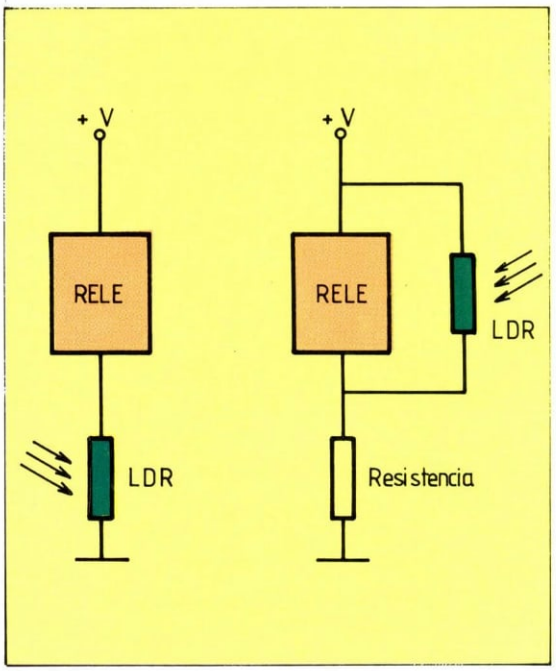
¿Por qué en forma de peines?

El número de electrones que se liberan por segundo en una lámina de sulfuro de cadmio dispuesta entre dos electrodos depende de la distancia entre los dos electrodos, de la longitud de éstos, de la iluminación y de la longitud de onda de la radiación luminosa recibida; también depende de la «movilidad» de los electrones (éstos se desplazarán con una velocidad proporcional a la intensidad de campo eléctrico V/d); asimismo, que un electrón llegue al electrodo positivo dependerá de la distancia del cátodo a que ha sido liberado. Por otro lado, la vida media de un electrón libre no suele ser constante, sino que dependerá de la longitud de onda de la luz y de la iluminación.

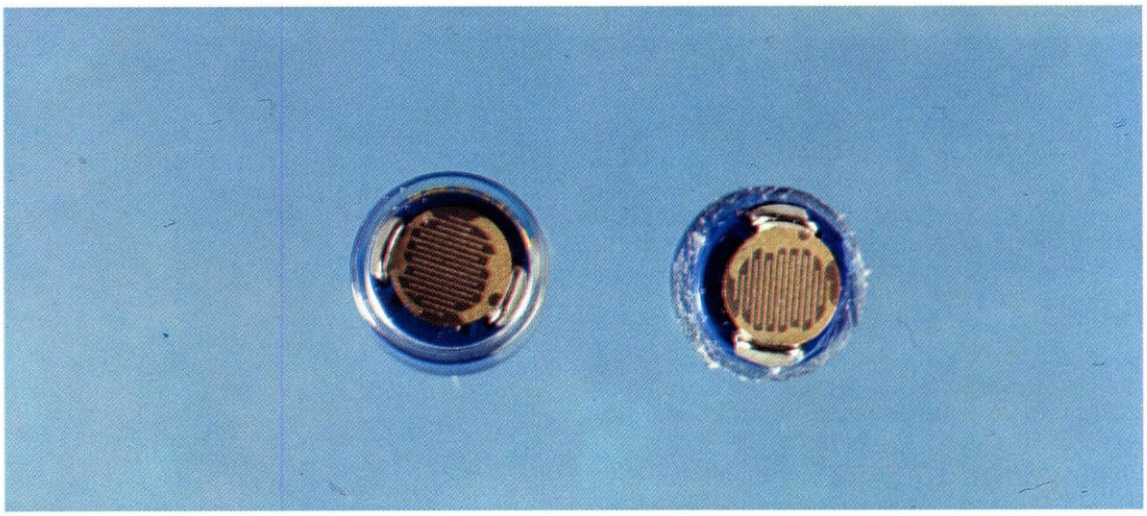
Para obtener un dispositivo LDR sensible es preciso que se elija un sulfuro de cadmio con alta dependencia de la longitud de onda de la radiación lumínica a que se le someta, con una fuerte movilidad y un alto tiempo de vida media de los electrones libres, además de aumentar tanto como sea posible la relación entre la longitud de los cátodos entre los que se emplaza el sulfuro y la distancia entre ellos. Esto se puede conseguir empleando una larga y estrecha tira de material, doblada



Eficiencia en función de la longitud de onda.



Conexionado de un relé.



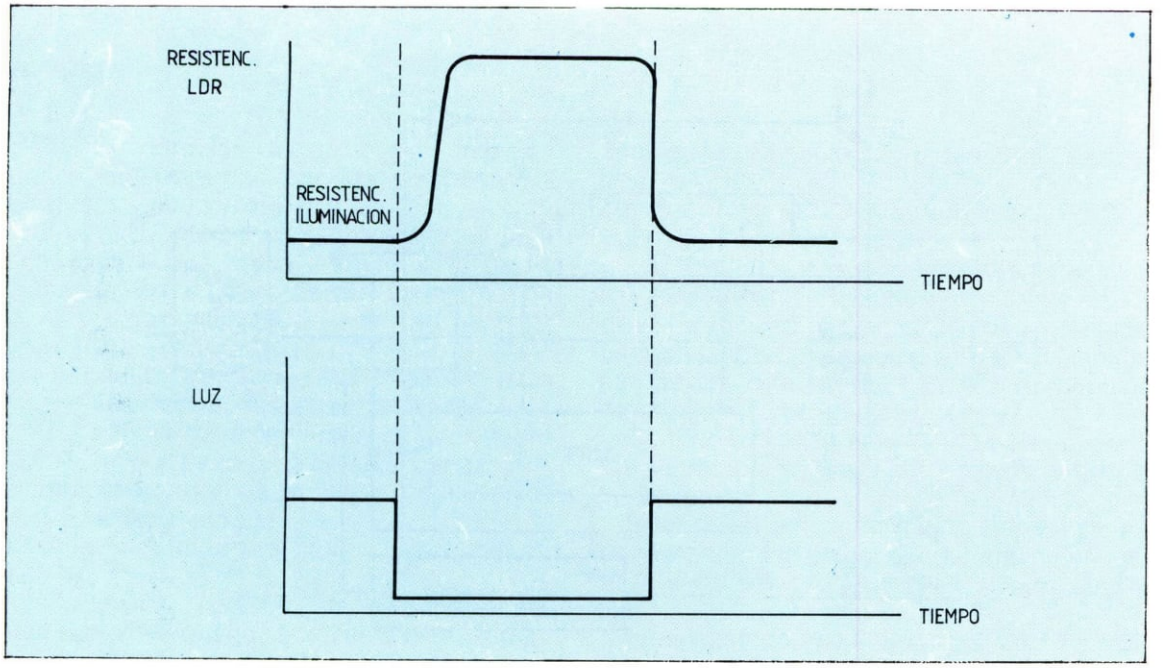
Aspecto de una LDR, con y sin campana protectora.

varias veces para que ocupe poco espacio. Con ello se justifica la disposición de peines que toman los electrodos con las púas intercaladas.

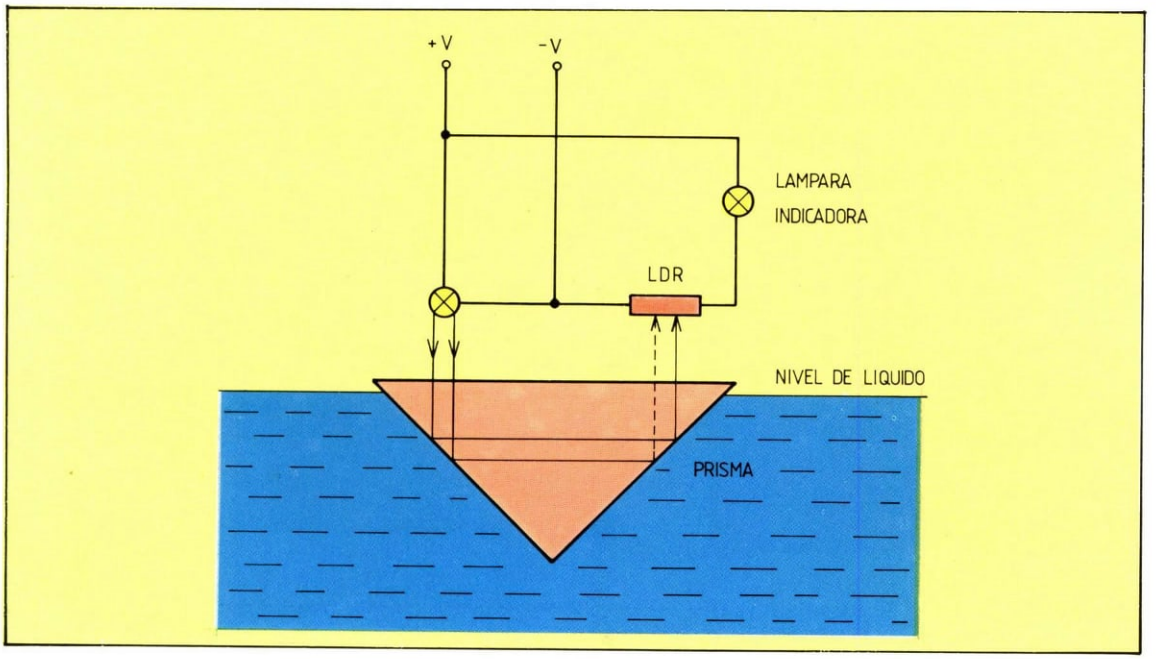
Aplicaciones

La aplicación más inmediata de las resistencias LDR es el control de un relé. Si colocamos la célula de sulfuro de cadmio en serie con el relé, éste se cerrará cuando se ilumine la célula y se abrirá cuando cese la luz, ya que en este momento presentará una resistencia elevada y el paso de corriente será mínimo. Si la LDR se coloca en paralelo con el relé, el funcionamiento será inverso: el relé se cerrará en ausencia de iluminación y se abrirá cuando exista iluminación.

Se les puede utilizar como indicadores de nivel; para esto se dispone de un prisma, dos lámparas y un LDR; la lámpara de control se dispone en serie con el LDR. En condiciones normales, el prisma se encuentra por debajo del nivel del líquido, por lo cual no hay reflexión de la luz; si el nivel baja, el prisma queda al descubierto, con lo que la luz se refleja, el LDR disminuye su resistencia y la lámpara de control se ilumina.



Variación de la resistencia con la iluminación y el tiempo.



Aplicación de un LDR para la detección del nivel de líquidos

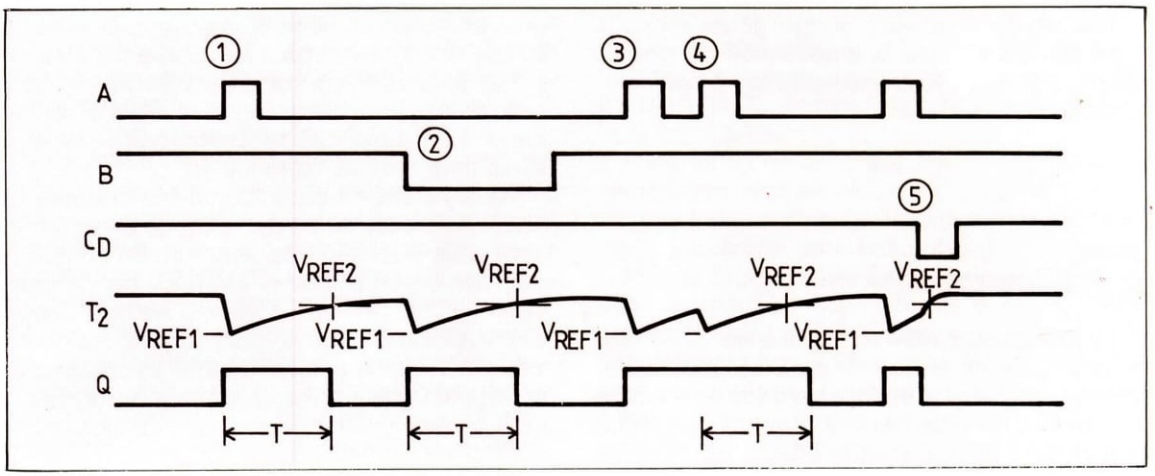


Diagrama de tiempos de funcionamiento.

1. Disparo por flanco de subida. 2 Disparao por flanco de bajada. 3. Disparo por flanco de subida. 4. Redisparo. 5. Reset.

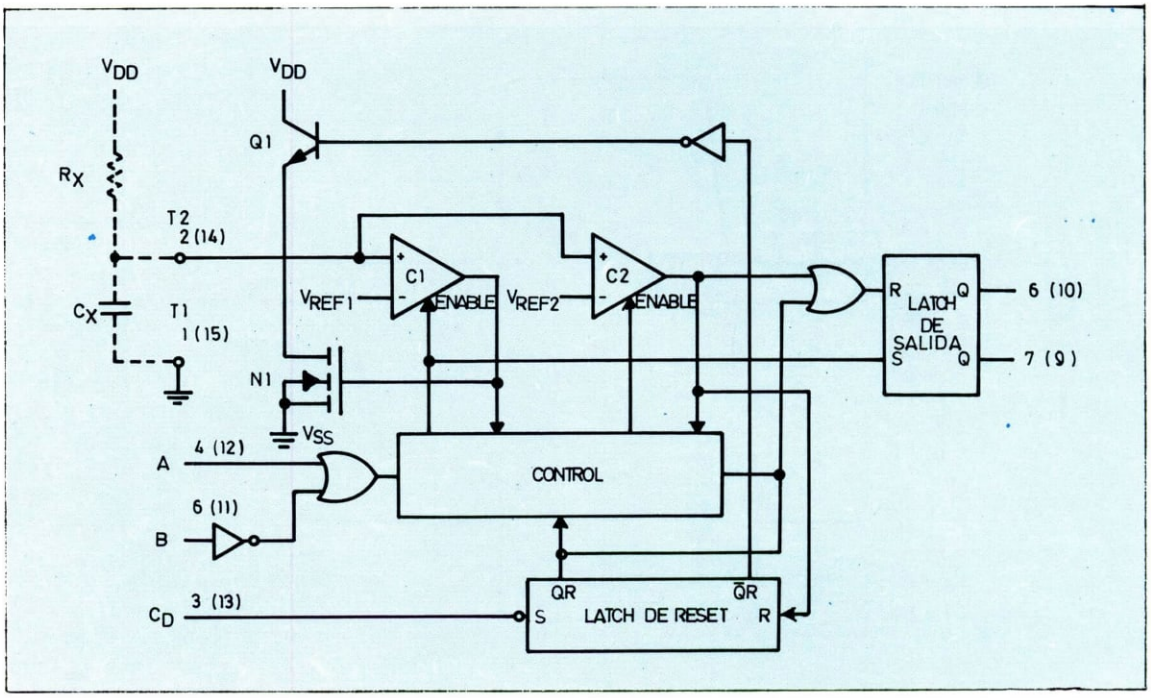


Diagrama lógico.

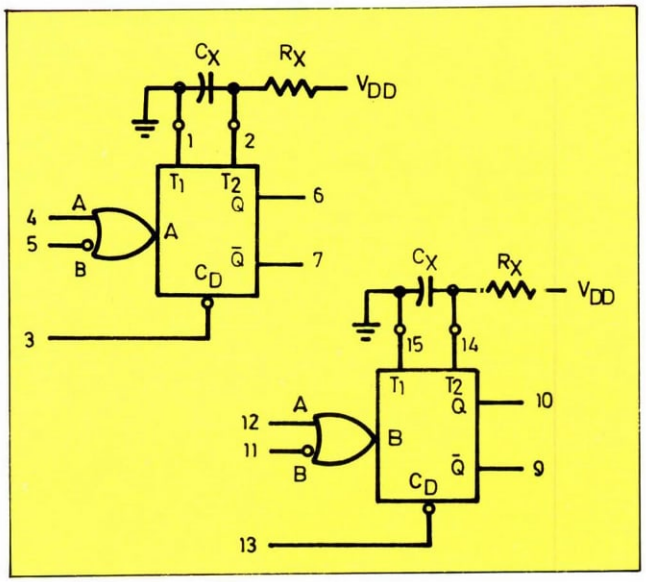
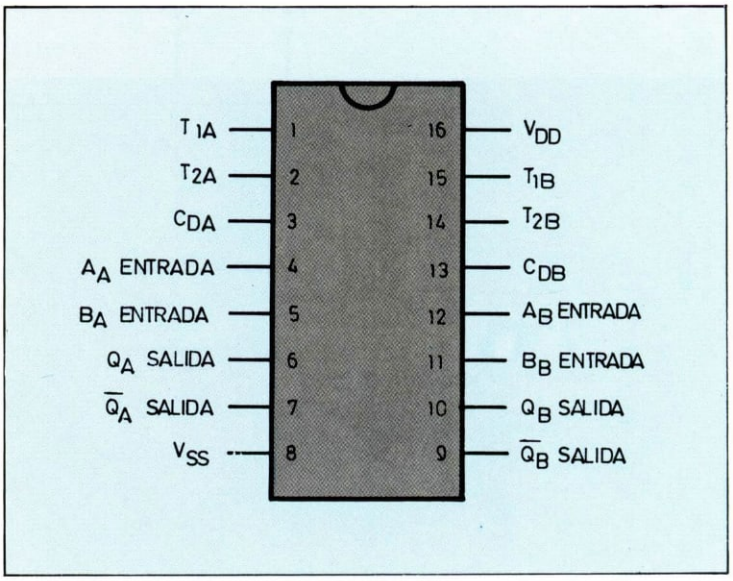


Diagrama de bloques y conexionado interno.



Distribución de patillas.

4538BC

El circuito integrado 4538BC contiene en su interior dos multivibradores monoestables de precisión, con controles independientes de disparo y de reset. El dispositivo es redisparable y la entrada de control de reset tiene «latch» interno. Las entradas de disparo están preparadas para ser activadas por flanco de subida o por flanco de bajada. La entrada de «reset» es activa a nivel bajo y evita el disparo cuando está activada.

La duración del pulso y la precisión vienen determinadas por los componentes exteriores adicionales R_x y C_x.

El circuito interno no permite que el condensador se descargue a través de la patilla del integrado, en caso de que se interrumpa la alimentación. Por esta razón no necesita resistencia limitadora de corriente en serie con dicha patilla. Todas las entradas están protegidas contra descargas estáticas.

Este circuito está fabricado en tecnología CMOS, y, por tanto, sus características son:

— Amplio margen de tensiones de alimentación, desde 3 a 15 V.
— Alta inmunidad al ruido; valor típico 0,45 V_{cc}.
— Compatible con TTL de bajo consumo, «fan-out» de 2 puertas tipo 74L o bien L puerta tipo 74LS.
— Tiempo de pulso = RC (t en segundo, R en ohmios, C en faradios).
— Derivas del 1 por 100.
— Duración del pulso, desde 1 μs hasta infinito.
— Bajo consumo en espera, típico 5 nA.
— Compatible patilla a patilla con el circuito 4528B.

Valores límite de funcionamiento

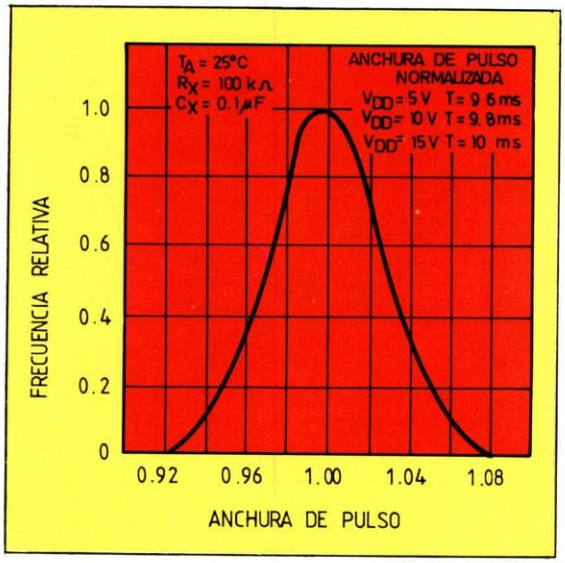
Tensión de alimentación (V_{DD}): desde − 0,5 V a + 18 V.
Tensión de entrada: desde − 0,5 V a V_{DD} + 0,5 V.
Temperatura de almacenamiento: − 65 a + 150 °C.
Potencia máxima disipable: 500 mW.
Temperatura de soldadura (10 s máx.): 260 °C.
Tensión de alimentación recomendada: desde 3 a 15 V.
Temperatura de trabajo: desde − 40 a + 85 °C.

Las aplicaciones pueden ser variadas, pero, en general, se incluirá en circuitos en los que se precisen unos retardos muy precisos, o bien se necesiten unos pulsos de una longitud dada; todo ello es posible conseguirlo con un consumo muy reducido.

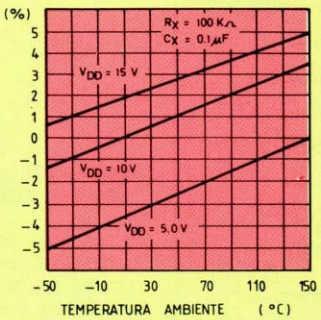
Cuando se utiliza en el modo no redisparable se unirá la salida $\overline{Q}$ a la entrada B, o bien la Q con la A.

Si se quiere un dispositivo redisparable, no se realizarán las uniones indicadas, y se unirá la entrda B a V_{DD}; o bien la entrada A a masa.

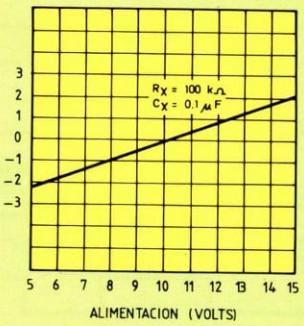
En el caso de no utilizar alguna de las patillas se conexionarán de la siguiente manera: T_1, a masa; T_2, Q, $\overline{Q}$, no es necesario conectarlas; A, a masa; B, a V_{DD}.



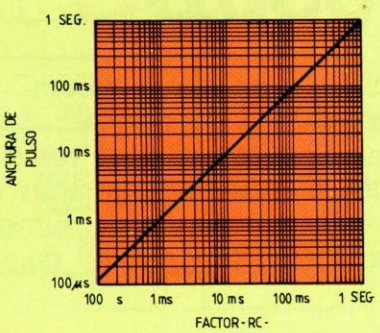
Distribución media normalizada para la anchura de pulso. En el eje vertical se representa la frecuencia relativa.



Anchura de pulso típica, en función del factor RC.



Variación de la anchura del pulso en función de la tensión de alimentación.



Error típico de anchura de pulso en función de la temperatura.

TABLA DE VERDAD

Entradas			Salidas	
Clear	A	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↓	⊓	⊔
H	↑	H	⊓	⊔

H = Nivel alto
L = Nivel bajo
↑ = Transición de bajo a alto
↓ = Transición de alto a bajo
⊓ = Pulso a nivel alto
⊔ = Pulso a nivel bajo
X = Indiferente

CARACTERISTICAS ELECTRICAS 4538BC

		− 40° C		25° C			85° C		Unidades
		Mín	Máx	Mín	Típ	Máx	Mín	Máx	
Corriente de reposo	V_{DD} = 5 V, V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}, Todas las entradas abiertas		20		0,005	20		150	μA
	V_{DD} = 10 V		40		0,010	40		300	μA
	V_{DD} = 15 V		80		0,015	80		600	μA
Tensión de salida a nivel bajo	V_{DD} = 5 V, $\|I_O\|$ < 1μA, V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}		0,05		0	0,05		0,05	V
	V_{DD} = 10 V		0,05		0	0,05		0,05	V
	V_{DD} = 15 V		0,05		0	0,05		0,05	V
Tensión de salida a nivel alto	V_{DD} = 5 V, $\|I_O\|$ < 1μA, V_{IH} = V_{DD}, V_{IL} = V_{SS}	4,95		4,95	5		4,95		V
	V_{DD} = 10 V	9,95		9,95	10		9,95		V
	V_{DD} = 15 V	14,95		14,95	15		14,95		V
Tensión de entrada para nivel bajo	$\|I_O\|$ < 1μA, V_{DD} = 5 V, V_O = 0,5 V o 4,5 V		1,5		2,25	1,5		1,5	V
	VV$_{DD}$ = 10 V, V_O = 1,0 V o 9,0 V		3,0		4,50	3,0		3,0	V
	V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V o 13,5 V		4,0		6,75	4,0		4,0	V
Tensión de entrada para nivel alto	$\|I_O\|$ / 1μA, V_{DD} = 5 V, V_O = 0,5 V o 4,5 V	3,5		3,5	2,75		3,5		V
	V_{DD} = 10 V, V_O = 1,0 V o 9,0 V	7,0		7,0	5,50		7,0		V
	V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V o 13,5 V	11,0		11,0	8,25		11,0		V
Corriente de salida a nivel bajo	V_{DD} = 5 V, V_O = 0,4 V, V_{IH}=V_{DD}, V_{IL}=V_{SS}	0,52		0,44	0,88		0,36		mA
	V_{DD} = 10 V, V_O = 0,5 V	1,3		1,1	2,25		0,9		mA
	V_{DD} = 15 V, V_O = 1,5 V	3,6		3,0	8,8		2,4		mA
Corriente de salida a nivel alto	V_{DD} = 5 V, V_O = 4,6 V, V_{IL}=V_{SS}	− 0,52		− 0,44	− 0,88		− 0,36		mA
	V_{DD} = 10 V, V_O = 9,5 V	− 1,3		− 1,1	− 2,25		− 0,9		mA
	V_{DD} = 15 V, V_O = 13,5 V	− 3,6		− 3,0	− 8,8		− 2,4		mA
Corriente de entrada (patillas 2 ó 14)	V_{DD} = 15 V, V_{IN} = 0 V o 15 V		± 0,02		± 10−5	± 0,05		± 0,5	μA
Corriente de entrada (restantes entradas)	V_{DD} = 15 V, V_{IN} = 0 V o 15 V		± 0,3		± 10−5	± 0,3		± 1,0	μA

TUBO DE IMAGEN PARA COLOR

De todos los componentes de un televisor en color, el tubo de rayos catódicos es el que más ha evolucionado, y, sin duda alguna, el que más tendrá que evolucionar. Su principal dificultad estriba en la existencia de tres haces electrónicos incidiendo simultáneamente en la pantalla. Por ese motivo el tubo de imagen de color dispone de los elementos necesarios para controlar los haces, rojo, verde y azul, con los filamentos de caldeo, cátodos, rejillas, etc. Esta es la diferencia más significativa entre el tubo de rayos catódicos de color y el monocromático (blanco y negro).

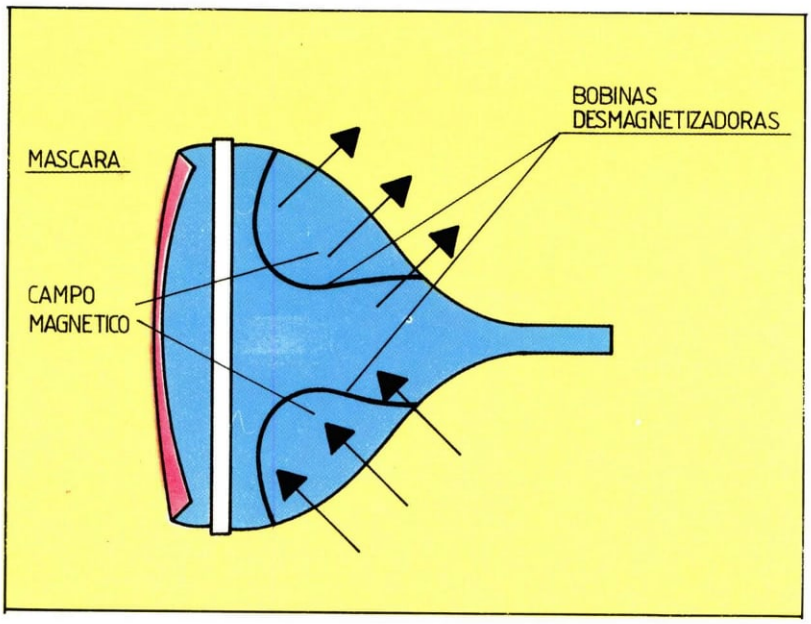
Un tubo de rayos catódicos de color consta de una ampolla de vidrio con alto vacío en su interior, provista de un sistema de tres cañones electrónicos, los cuales proyectan sobre una pantalla fosforescente los tres haces de electrones cuyos sistemas de modulación de intensidad, desviación y aceleración se basan en los mismos principios que los empleados en los tubos de blanco y negro.

La pantalla está fabricada con tres clases de fósforo, que reproducen los tres colores primarios en los cuales incida cada haz de electrones correspondiente a su color, habiendo atravesado antes una *máscara*, ya sea perforada, ranurada o en forma de rejilla.

La sensación de color que da una imagen en la pantalla se basa en la capacidad de integración que tiene el ojo humano, según el principio de mezcla aditiva de colores. Cuando los haces de electrones «iluminan» sus correspondientes fósforos de colores, estando próximos entre sí, al observarlos el ojo desde una distancia tal que la agudeza visual no pueda distinguirlos separadamente, lo que recibe es una *mezcla* de las tres señales luminosas emitidas por los fósforos.

Un tubo de imagen para color de máscara perforada es sensible a los campos magnéticos exteriores, los cuales interfieren en los haces electrónicos y, por lo tanto, afectan al registro agujero y fósforo de la pantalla. Estos errores de impacto de haz, si son suficientemente grandes, disminuyen la pureza de color y, por lo tanto, la uniformidad del blanco. El campo exterior más importante es el campo magnético terrestre, por lo que el ambiente magnético de un receptor se modifica al girar el receptor y orientarlo en direcciones diferentes, o si los generadores locales de campos magnéticos se desplazan a otras posiciones.

Para que el usuario pueda cambiar la posición del receptor u otro aparato sin tener que recurrir a un servicio técnico para su desmagneticación, se incorpora un sistema de



El dibujo nos muestra cómo están montadas las bobinas desmagnetizadoras. Estas producen un campo magnético breve, pero intenso, sobre la máscara perforada cada vez que se enciende el televisor.

desmagnetización en el propio aparato. Unas bobinas rodeando el tubo, y controladas de manera automática, lo desmagnetizan cada vez que se enciende el televisor.

Hay tres tipos básicos de tubos de imagen para color: tubos en Delta, tubos «In Line» y tubos Trinitrón. A pesar de todas sus diferencias técnicas, cualquiera de ellos cumple las condiciones de *compatibilidad* con las transmisiones en blanco y negro, es decir, que reproduce en su pantalla las imágenes de color sea cual fuere el sistema empleado en la transmisión (NTSC, PAL, SECAM), al igual que las emitidas en blanco y negro.

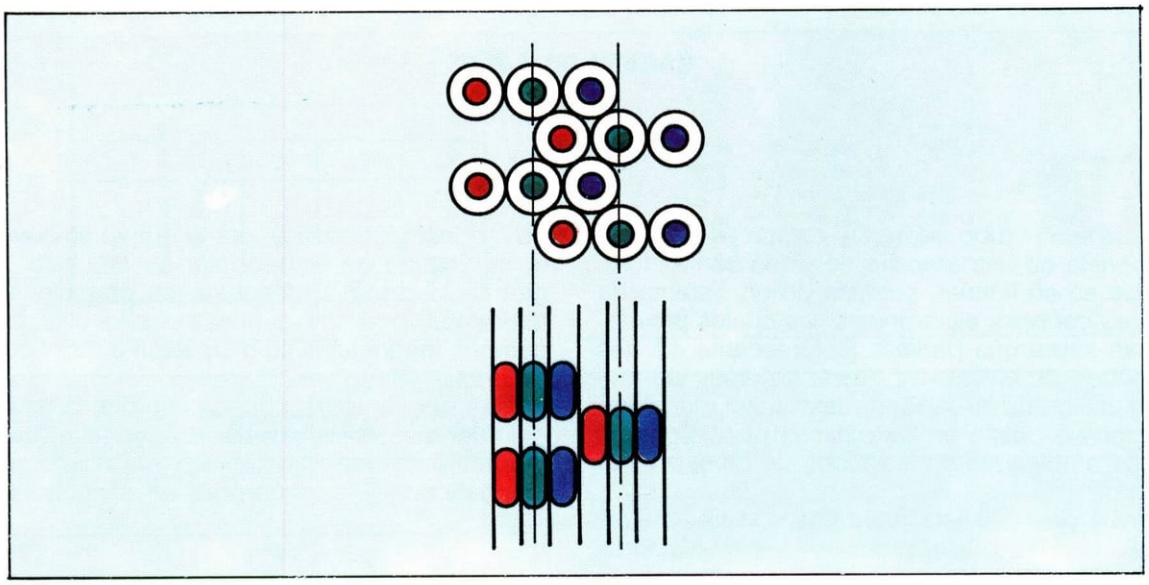
Tubo en Delta

En un tubo de imagen tipo Delta: los tres cañones electrónicos, así como el agrupamiento de fósforos en la pantalla, forman triángulos equiláteros. Los fósforos se distribuyen en la pantalla en forma de puntos formando cada tres, uno por color, los vértices del triángulo. En un típico tubo de imagen hay un total de 1.200.000 puntos (400.000 triángulos.

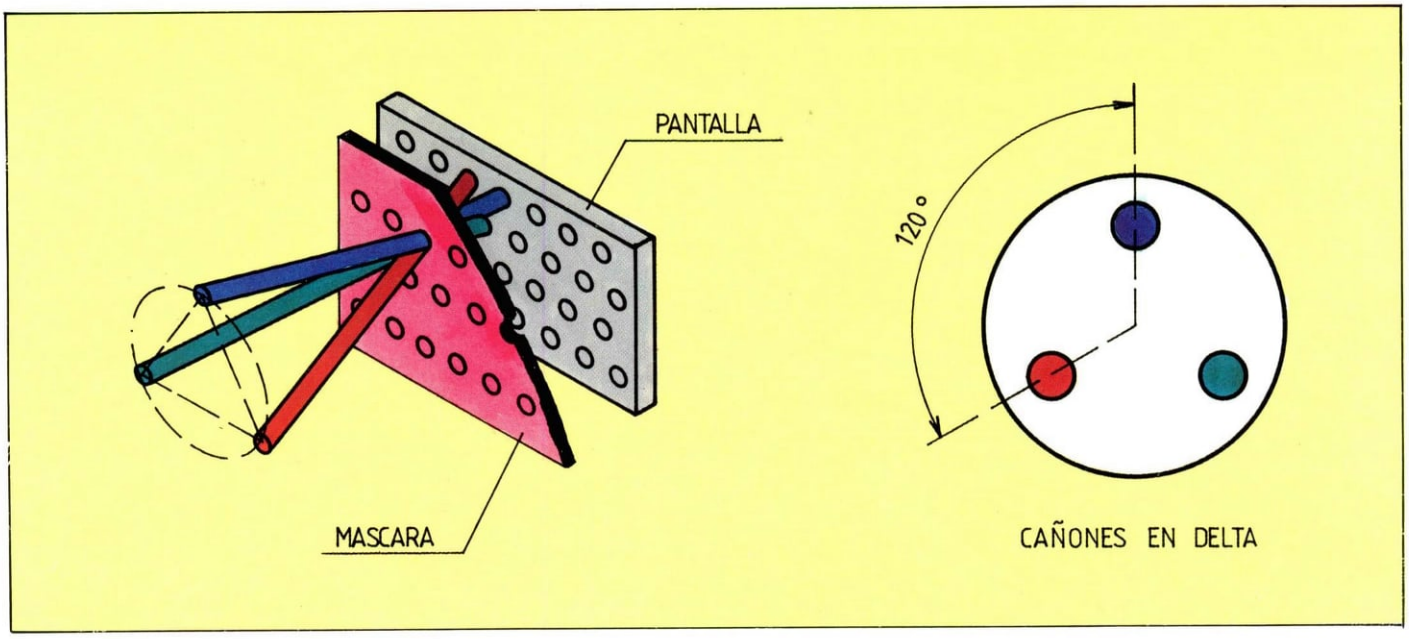
Para conseguir la incidencia de cada uno de los haces electrónicos que se proyectan en la pantalla, sobre los fósforos correspondientes a su color muy cerca de la pantalla (1 cm aprox.), el tubo tiene una máscara perforada con tantas perforaciones como triángulos de fósforo existen.

De cada triángulo el ojo obtiene la sensación de color resultante de la mezcla aditiva de los fósforos. Como la velocidad de barrido es elevada y hay gran número de triángulos, la suma de puntos es captada por el ojo como una imagen total fiel reflejo luminoso y

En la figura podemos comprobar la diferencia de disposición de los fósforos en los tubos de imagen In Line y en Delta. En las bandas verticales disminuye la exigencia de precisión en la incidencia del haz, mejorando así la pureza de color.



Tubo de imagen tipo delta, donde los tres cañones electrónicos forman un triángulo equilátero. Los tres haces inciden en los taladros de la máscara para separarse e incidir después cada uno en el fósforo de su color correspondiente.



cromático de la escena transmitida.

Este tipo de tubos presenta un grave problema: en los agujeros de la máscara deben *converger* los tres haces de electrones y separarse de ellos hasta alcanzar la pantalla. El proceso de ajuste es tan complejo que necesita hacer entrar 15 y 20 ajustes diferentes para conseguirlo.

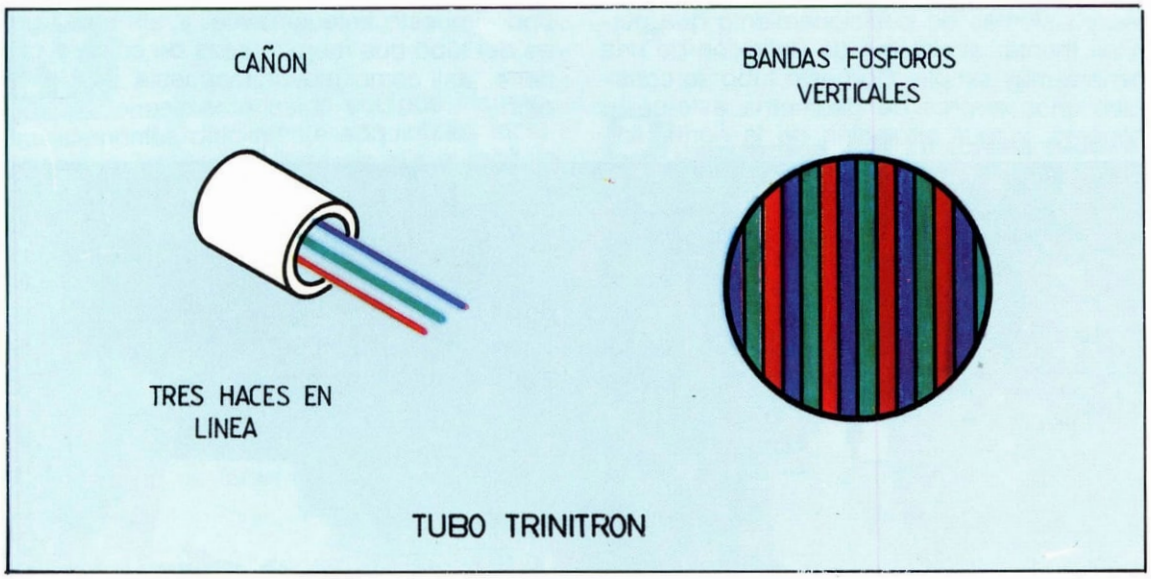
Tubos In Line

El secreto del nuevo desarrollo se basa en el empleo de tres cañones electrónicos en línea, no formando un triángulo como en los Delta; el fósforo es depositado en la pantalla en forma de bandas verticales, en lugar de puntos, disminuyendo así las exigencias de precisión en el sentido vertical, y la máscara perforada dispone de ranuras verticales en lugar de orificios circulares.

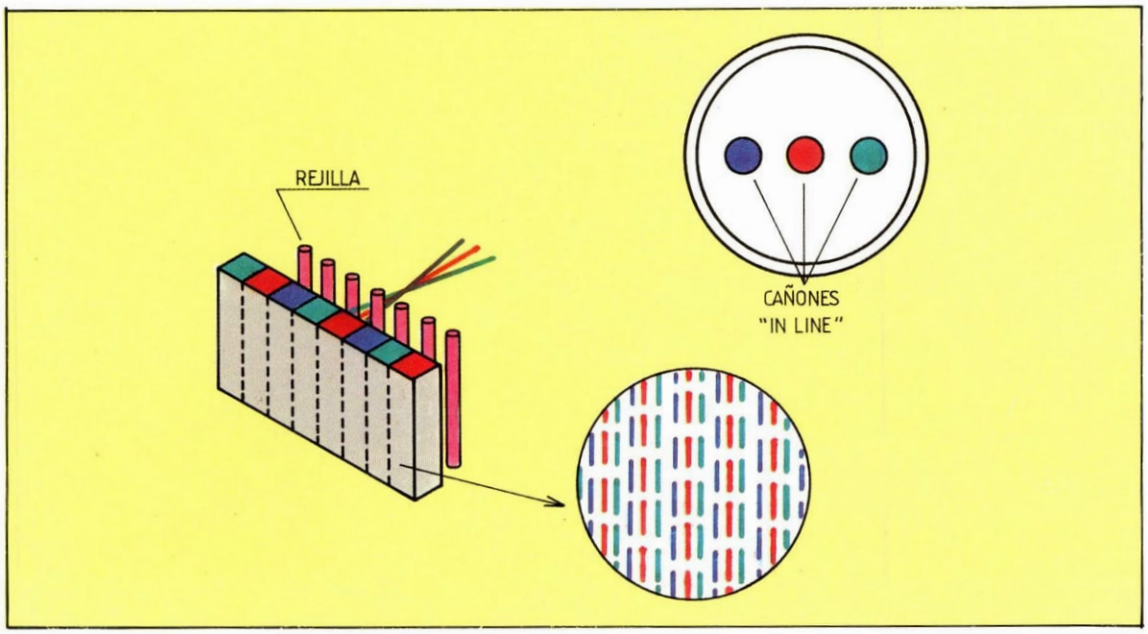
Los primeros tubos de este tipo aparecieron en el año 1972 y fueron presentados por la RCA; se les denomina *autoconvergentes* porque el fabricante los suministra con el yugo de deflexión incorporado y con los ajustes de convergencia y pureza ya realizados. Lo que les asemeja, en cuanto a las dificultades de su puesta a punto se refiere, al tubo de blanco y negro.

Un modelo de este tipo de tubos es el 20 AX de Philips, que se basa en el empleo de tres cañones en línea combinando con desviación paranostigmática (para=parecido; anostigmática=sin astigmatismo). Combinando campos de desviación fuertemente astigmáticos puede lograrse la autoconvergencia de los tres haces en toda la pantalla.

Los tres cañones están dispuestos en un plano horizontal, los fósforos están depositados en la pantalla en forma de franjas vertica-



El tubo Trinitrón tiene un solo cañón con tres haces electrónicos. El agrupamiento de los fósforos es en líneas verticales continuas. La máscara está formada por una rejilla de hilos verticales.



En el tubo In Line los tres cañones electrónicos están dispuestos en línea y los fósforos depositados en la pantalla forman bandas verticales. La máscara perforada dispone de ranuras o bien rejillas.

les y la selección de color se efectúa por medio de una máscara con ranuras en sentido vertical. En la pantalla esto evita la posibilidad de errores de incidencia vertical de los haces que podrían afectar a la pureza del color.

Debido al alineamiento vertical de los fósforos, la desimantación se reduce considerablemente. Comparada con los tubos de imagen que tienen tres cañones en delta, la fuerza magnetomotriz de la desimantación necesaria es del 40 por 100 menos.

La ausencia de circuitos de convergencia reduce considerablemente el número de componentes necesarios, aumentando así la fiabilidad.

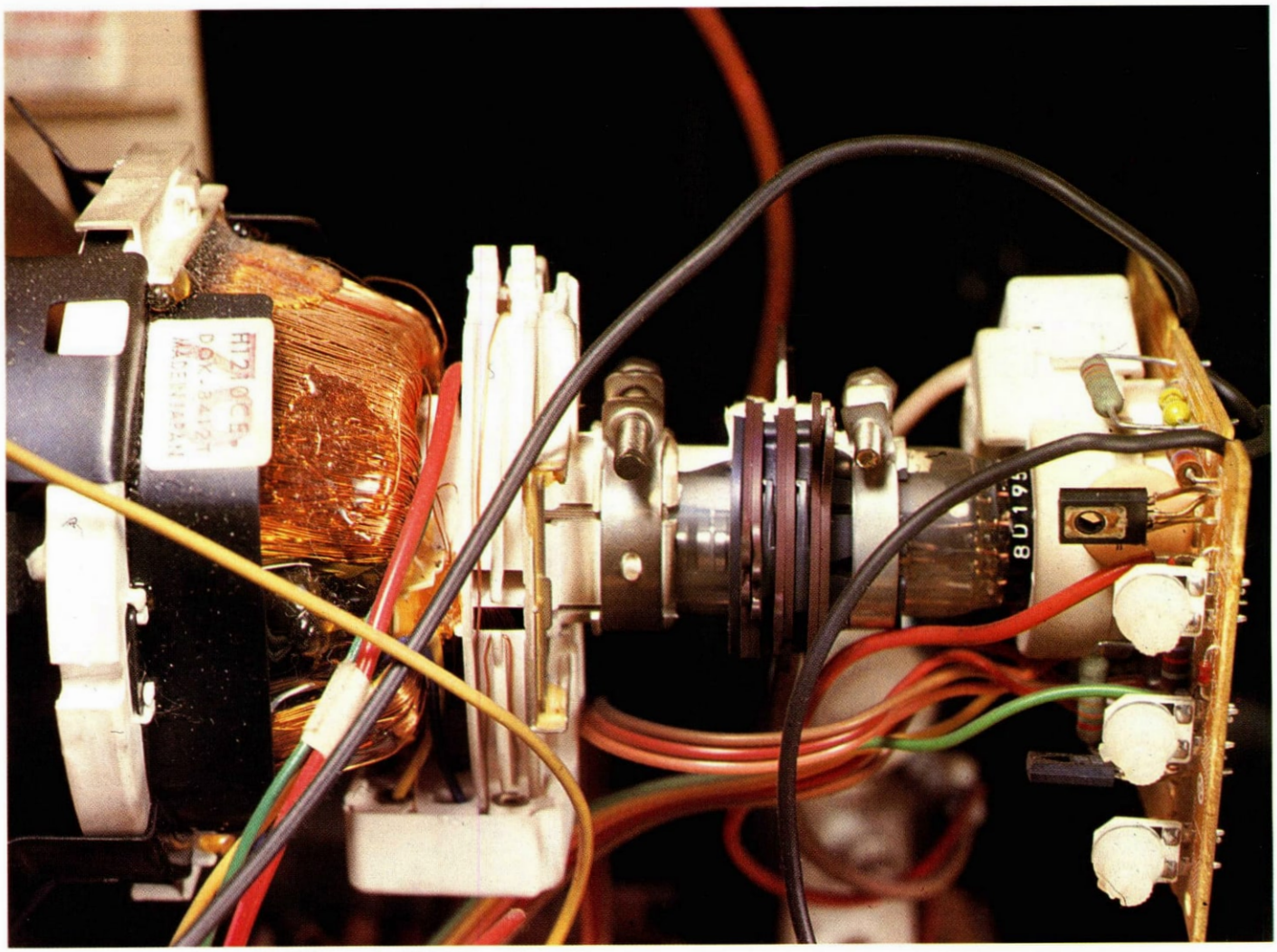
Otro modelo de tubo de imagen es el 30 AX, también de Philips, en el cual se ha conseguido eliminar todos los ajustes de convergencia gracias a disponer de unas tolerancias mecánicas más reducidas y a unos topes y sistemas de posicionamiento que permiten montar el sistema de deflexión de una manera muy simple. Con este tubo se consiguen unos errores de geometría este-oeste menores, y total anulación de la norte-sur.

De estos modelos se fabrica un tipo de alto brillo que proporciona un 70 por 100 más de salida luminosa que un tubo convencional, sin pérdidas de contraste y definición. Este brillo aumentado no se requiere por la noche; por lo tanto, la salida de la luz se puede reducir dando una imagen más nítida. Además, estos tubos tienen la cara anterior de la pantalla antideslumbrante.

Tubos Trinitrón

Los tubos de imagen del tipo Trinitrón tienen un solo cañón para los tres haces electrónicos, y el agrupamiento de los fósforos es en líneas verticales continuas. La máscara está formada por una rejilla de hilos verticales y paralelos.

No hay grandes diferencias técnicas con el tipo expuesto anteriormente, y, sin embargo, es del tubo que mejor pureza de color se obtiene, así como mayor respuesta de definición.



Aspecto del cuello de un tubo PIL con las bobinas deflectoras y el sistema de convergencia y enfoque.

FLASH ELECTRONICO

No podía faltar en una obra como ésta un montaje relacionado con las lámparas de descarga de gases. La principal aplicación será el «flash» empleado en fotografía, del que se ofrece una versión de mediana potencia y se dan unos consejos para poder aumentarla o disminuirla según la utilización a que se destine.

Normalmente estos equipos incorporan elementos difícilmente adquiribles, incluso por profesionales. Por todo ello el modelo que se presenta se ha diseñado pensando en que todos sus componentes sean fácilmente localizables; la lámpara de xenón es un modelo muy conocido: el transformador de disparo es fácil de encontrar: en cuanto a los condensadores en los que se acumula la energía del disparo, se han utilizado dos en paralelo de 220 µF y 350 V por ser un modelo estándar y muy fácil de localizar. Lo ideal sería encontrar un condensador de 800 µF y 400 V, pero es tarea casi imposible.

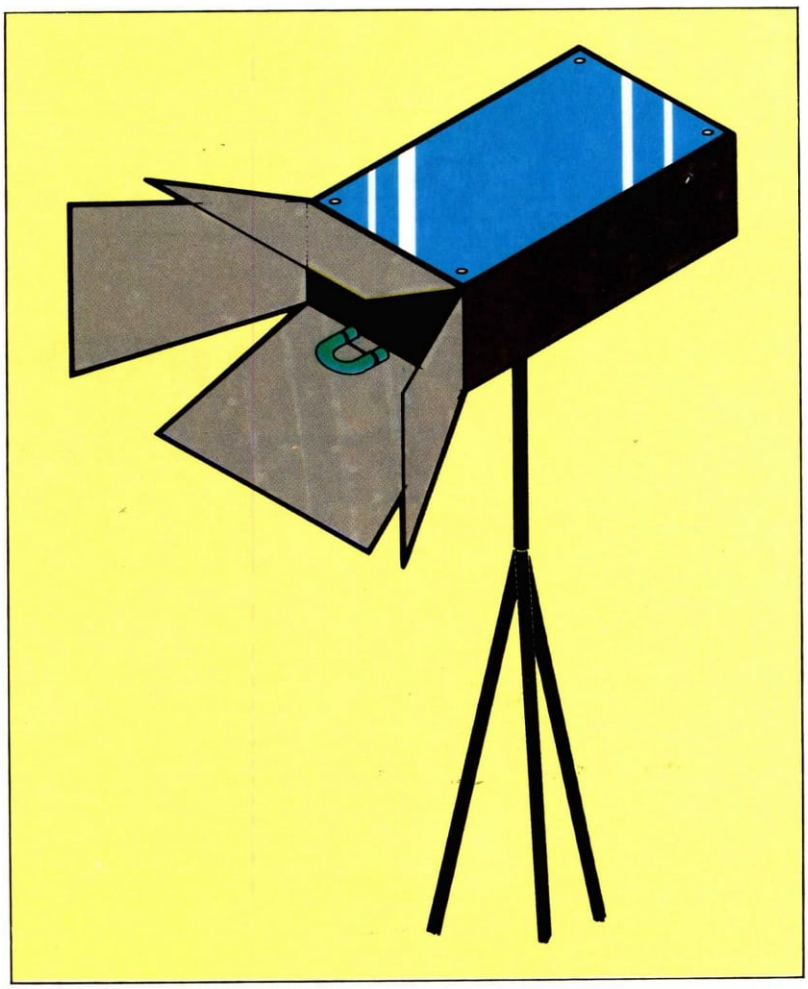
La lámpara de xenón

Este tipo de lámpara no enciende a pesar de que sus extremos se sometan a una tensión bastante elevada (350 V). Entra en conducción cuando se aplica una tensión muy elevada, varios kilovoltios, entre el terminal de masa, negativo, y la pared exterior de la lámpara: esta tensión de disparo, que es prácticamente instantánea, provoca la ionización del gas interior, haciéndose conductor, con lo cual deja circular corriente produciendo una gran cantidad de luz, y además un calentamiento de la lámpara. Por este último motivo debe limitarse la duración del encendido, destello; lo que en realidad se hace es acumular energía en un condensador y entregarla a la lámpara cuando ésta se dispara. La corriente de salida del condensador es mucho mayor que la de entrada, por lo que la tensión en bornes de éste desciende rápidamente, con lo cual la lámpara se extingue automáticamente. A continuación el condensador Cx seguirá cargándose hasta alcanzar los 350 V.

Descripción del funcionamiento

De las líneas anteriores se puede deducir que necesita una tensión continua de 350 V y

La utilización de placas reflectoras permite concentrar la luz del disparo hacia un determinado lugar.



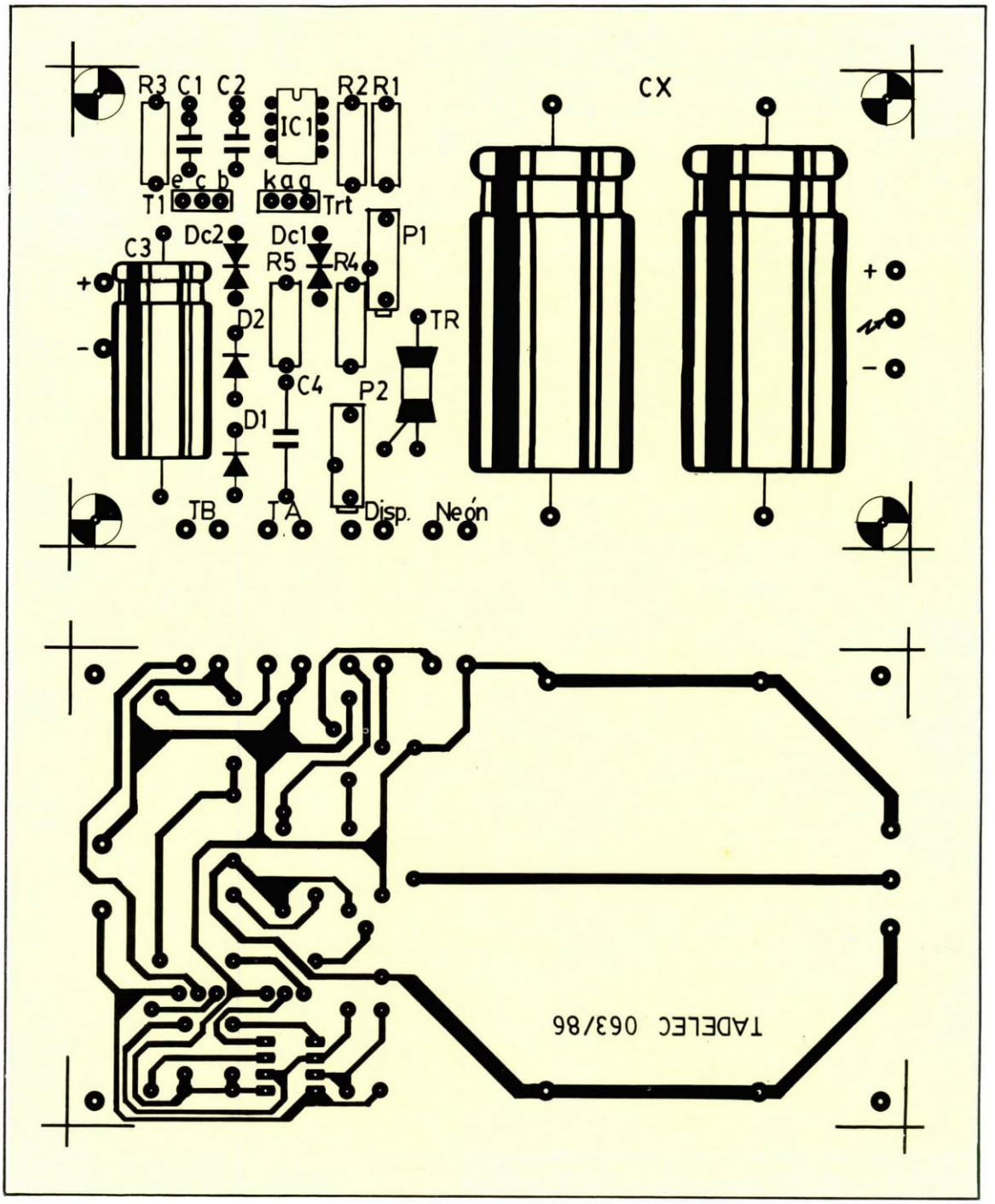
una señal de disparo en forma de impulso de varios kilovatios. La fuente de energía de que disponemos es una pila de 6 V.

El circuito consiste en líneas generales en un oscilador de potencia, que convierte la tensión continua de la pila en una tensión alterna de unos 1.000 Hz, que aplicada en el bobinado de baja tensión de un transformador entrega a su salida unos 220 V eficaces aproximadamente. Esta tensión alterna se aplica a un circuito doblador de tensión y rectificador, y con la tensión generada se va cargando poco a poco el condensador CX, que es el que alimenta la lámpara.

El impulso de disparo se obtiene descargando el condensador C4 a través del primario del transformador TR: su secundario dará la tensión suficiente para lograr la ionización del gas de la lámpara.

El circuito

Un circuito multivibrador astable, formado por un circuito integrado 555, genera una señal de onda cuadrada de unos 1.000 Hz; con esta señal se ataca al transistor de potencia BD136, que actúa como interruptor sincroni-



Circuito impreso a escala 1:1, y serigrafía de componentes correspondiente al circuito impreso.

zado a 1.000 Hz por el circuito anterior, interrumpiendo o abriendo el paso de corriente al bobinado primario del transformador.

A la salida de este transformador tenemos una tensión de aproximadamente 220 V, que al ser aplicada al circuito doblador de tensión formado por los diodos D1 y D2 y los condensadores C3 y Cx se puede llegar a obtener en bornes del condensador Cx una tensión superior a los 600 V. Con el potenciómetro PI se ajusta la tensión de disparo del triac que bloquea el oscilador, con el fin de que la tensión en bornes del condensador Cx no sobrepase los 350 V. El potenciómetro P2 sirve para ajustar el encendido del piloto de neón indicador de que el flash está listo para ser disparado.

Montaje

Debe prestarse especial atención en el conexionado de la lámpara, cuyo ánodo viene marcado con un punto rojo; este terminal se unirá al positivo.

Pueden utilizarse baterías de hasta 12 V, pero se debe estar muy seguro de que el circuito limita la tensión a 350 V; si se supera

LISTA DE COMPONENTES

RESISTENCIAS

R1-Resistencia 1K 1/2 W (marrón, negro, rojo).
R2-Resistencia 33K 1/2 W (naranja, naranja, rojo).
R3-Resistencia 1K 1/2 W (marrón, negro, rojo).
R4-Resistencia 2M2 1/2 W (rojo, rojo, verde).
R5-Resistencia 220K 1/2 W (rojo, rojo, amarillo).

CONDENSADORES

C1-Condensador 22 nF poliéster 100 V.
C2-Condensador 100 nF poliéster 100 V.
C3-Condensador 8 µF electrolítico axial, 350 V.
C4-Condensador 220 nF poliéster 400 V.
CX-Condensador 220 µ electrolítico axial, 350 V (2 unidades).

SEMICONDUCTORES

IC1-Circuito integrado tipo 555.
T1-Transistor tipo BD 136.
D1-Diodo 1N4007.
D2-Diodo 1N4007.
Dc-Diac (2 unidades).
Trt-Tiristor TIC 106D.

VARIOS

P1 y P2-Potenciómetros multivuelta horizontal 2M2.
— Transformador 6 V/220 V 200 mA.
TR-Transformador de disparo para lámpara de xenón.
— 1 lámpara de xenón para flash.
— 1 piloto de neón (sin resistencia).
— 1 portapilas.
— 13 terminales tipo espadín.
— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 1 interruptor.
— 1 pulsador miniatura.
— 1 «jack» hembra para panel 6 mm.
— 1 caja Polibox RP4 GA.

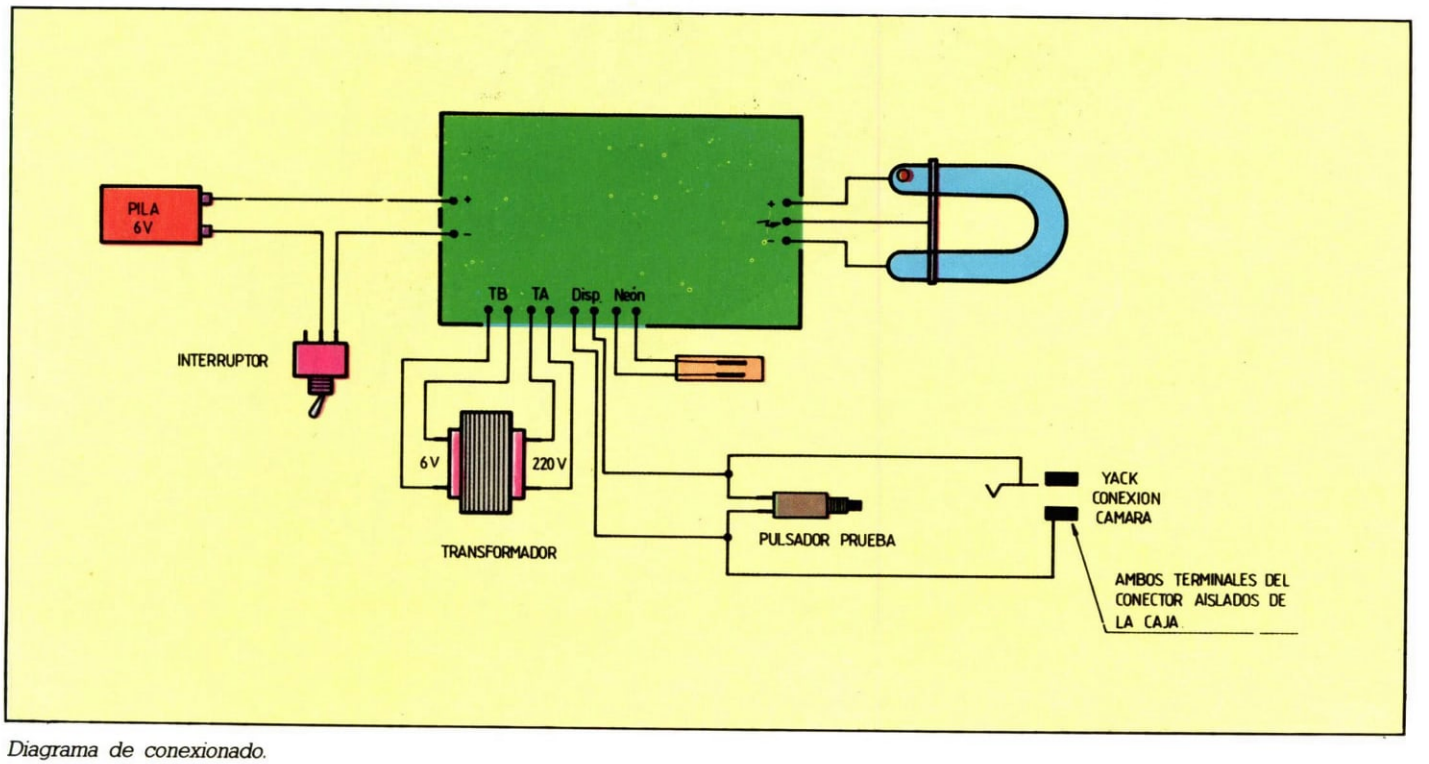
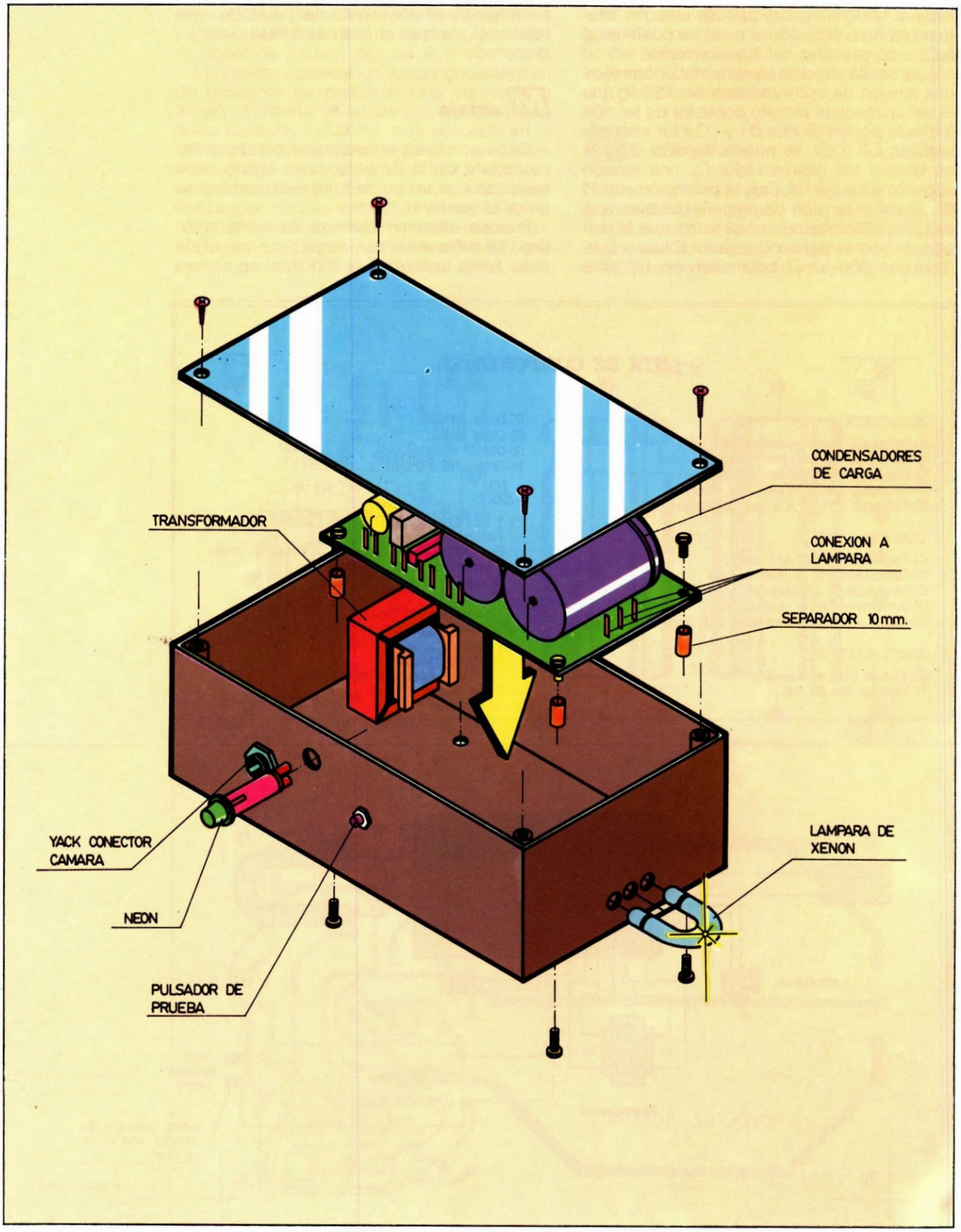


Diagrama de conexionado.



 Despiece de la unidad de «flash».

esta tensión lo más probable es que los condensadores revienten. Se puede disminuir la energía del disparo utilizando uno solo de los condensadores CX, o incluso uno de menor capacidad. Para aumentar se pueden poner hasta dos más en paralelo, teniendo en cuenta que tardará más en cargarse.

Si se van a utilizar baterías, recargables o no, de 12 V es conveniente sustituir el transformador por uno de 12 V/220 V, y el transistor Tl por uno tipo BD240 de más potencia que el indicado.

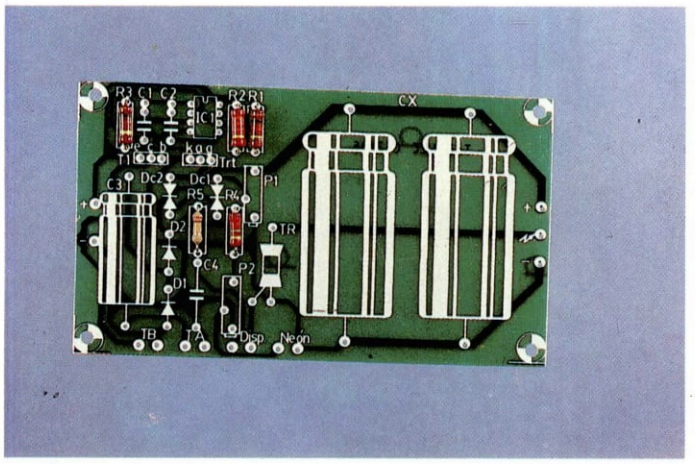
Ajuste

El ajuste se realizará con la lámpara sin soldar; en su lugar se conectará un voltímetro en la escala de 1.000 V (entre + y − de la lámpara). Se dará alimentación al circuito, y veremos que la tensión sube rápidamente; si observa que va a pasar los 350 V cortamos la alimentación y ajustamos el potenciómetro P1 probándolo hasta que veamos que se para automáticamente a una tensión inferior a la señalada; a continuación se puede reajustar hasta los 350 V, pero nunca sobrepasarlos.

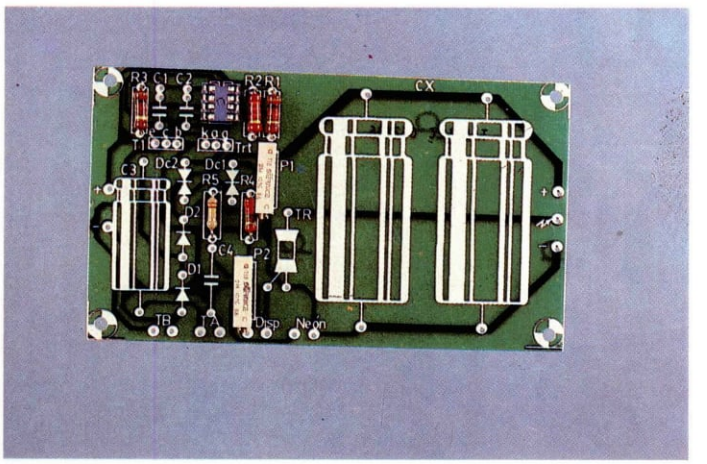
Una vez que los condensadores estén cargados a su tensión nominal se ajustará el potenciómetro P2 para que el piloto se encienda cuando se alcance la tensión de 350 V en los condensadores de almacenamiento de la energía para el disparo.

Algunos consejos

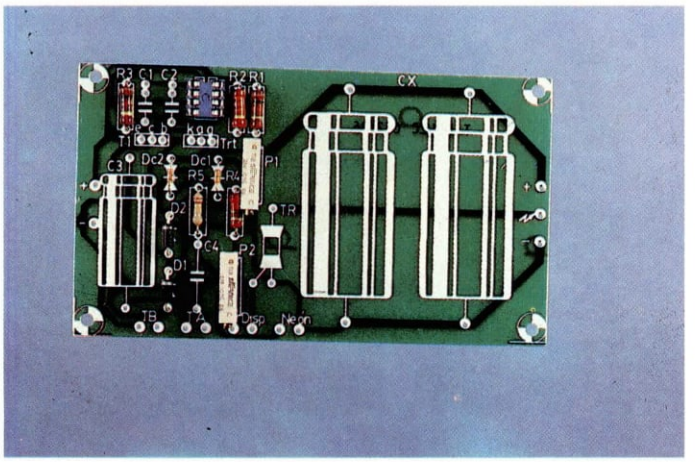
En primer lugar recordamos que no se pue-



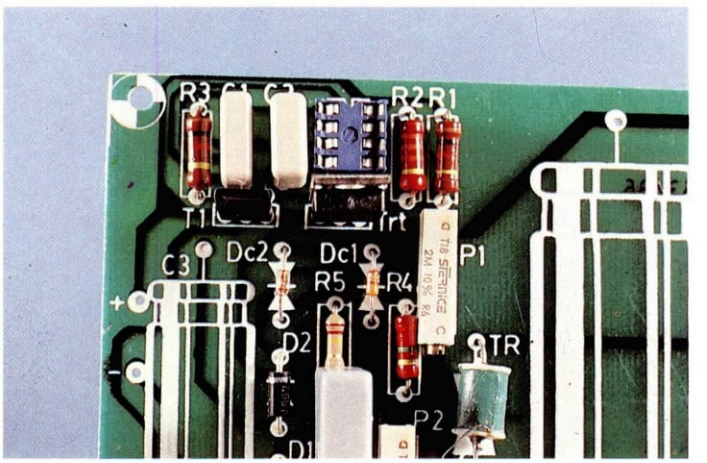
1 *La serigrafía de componentes facilita la inserción de cada uno de ellos en el lugar adecuado, eliminando casi por completo la posibilidad de error. Las resistencias se identifican por sus franjas del código de colores.*



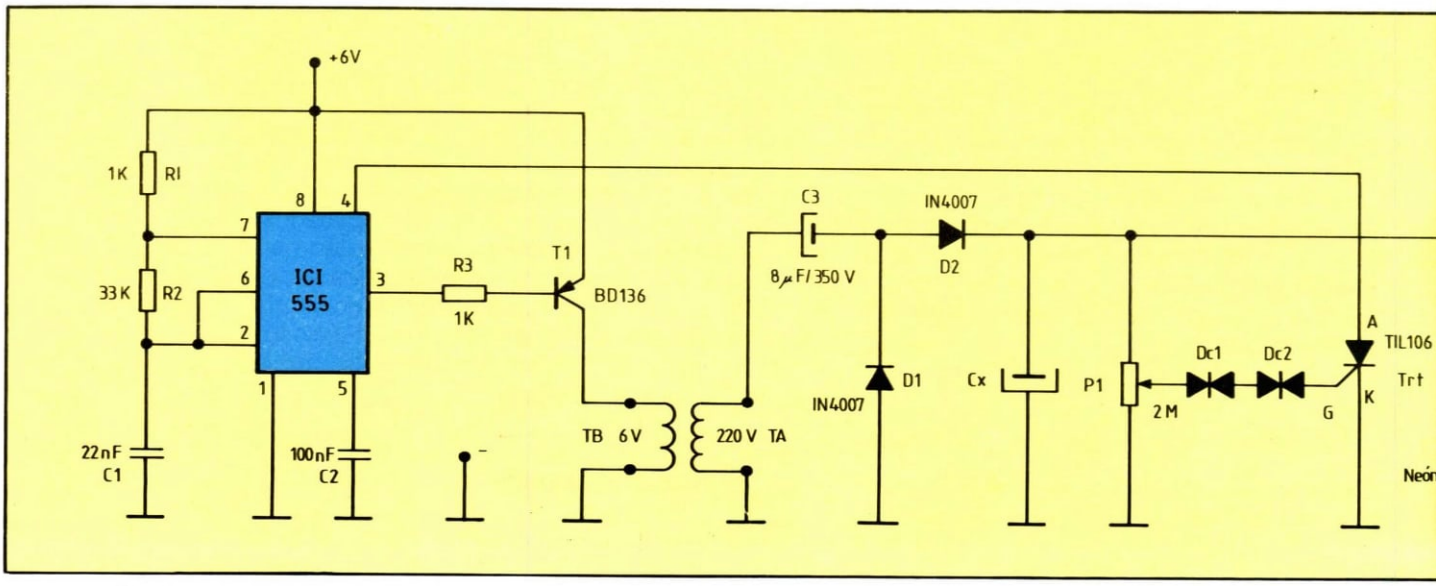
2 *A continuación se suelda el zócalo soporte del circuito integrado, así como los dos potenciómetros ajustables de 2M, que se utilizarán para poner a punto el aparato una vez finalizado el montaje.*



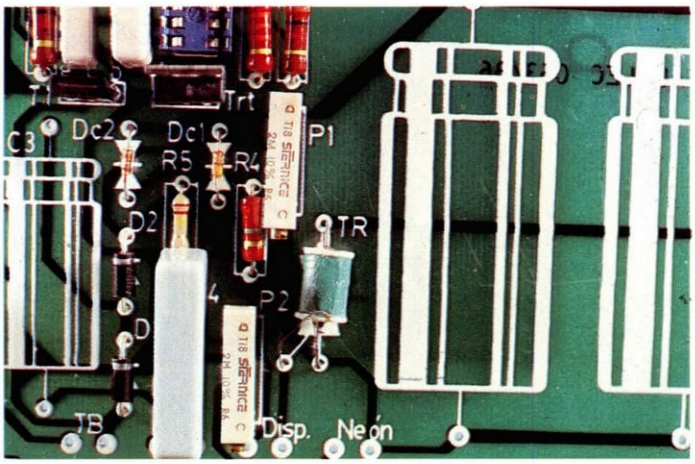
3 *Los diodos rectificadores se distinguen fácilmente por ser negros, con una franja blanca, que señala el cátodo. Se posicionarán según señala la serigrafía. Los «diac» no tienen polaridad.*



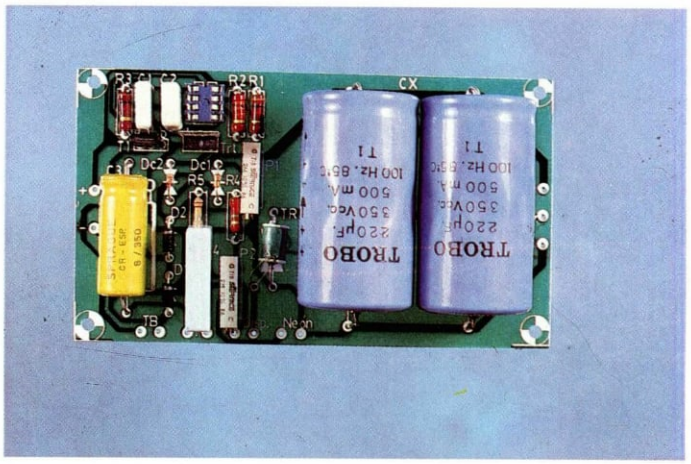
4 *Los condensadores de poliéster no presentan ninguna dificultad de montaje. El transistor Tl y el tiristor Trt se insertarán en su posición correcta, teniendo cuidado de no intercambiarlos entre sí.*



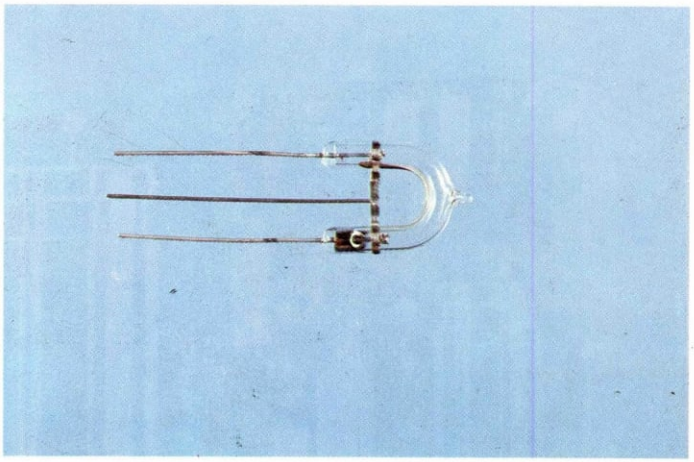
Esquema eléctrico.



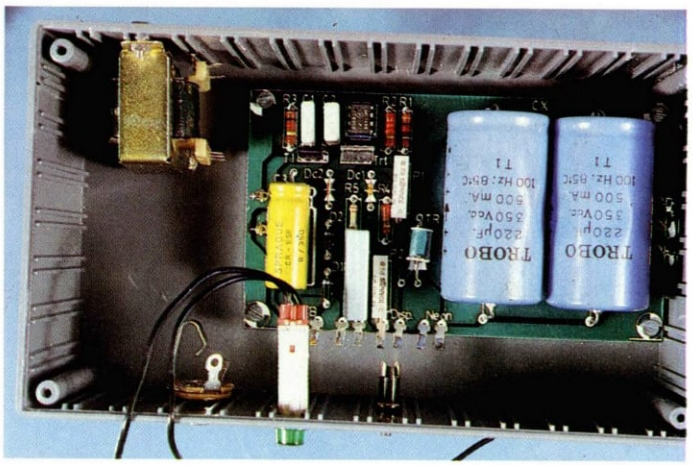
5 *Bobina de disparo. Cuando el condensador C4 se descarga a través de su bobinado primario, suministra un pico de alta tensión en el secundario que ioniza el gas de la lámpara, haciendo que ésta se encienda.*



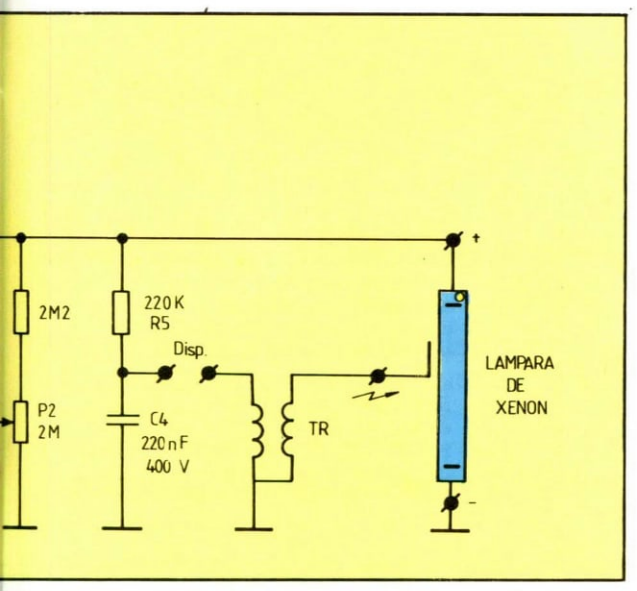
6 *Instalación de los condensadores del doblador de tensión. Todos han de soportar los 350 V como mínimo. El estrangulamiento de la cápsula señala el positivo. Un error en la polaridad, o un exceso de tensión, los harían reventar.*



9 *Lámpara de xenón. El ánodo está marcado con un punto rojo, el terminal central es el que recibe la tensión de disparo, y está unido a una metalización que recubre la parte cerrada de la curva, por el exterior de la ampolla.*



10 *Distribución de la placa y demás elementos dentro de la caja recomendada. Puede utilizarse cualquier otra, teniendo en cuenta que si es metálica se debe aislar totalmente el conector de disparo.*



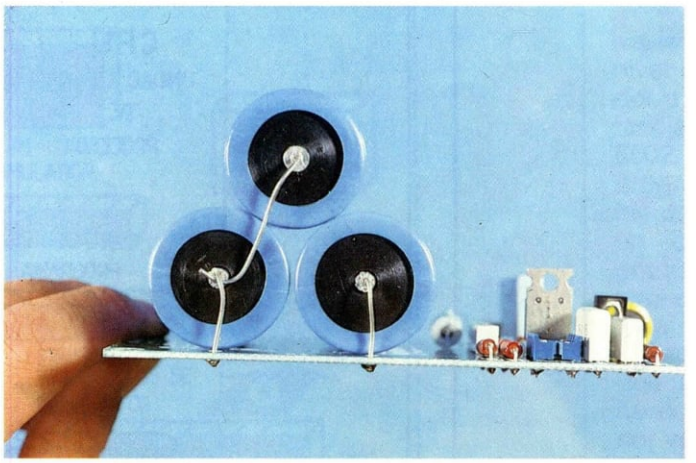
de mirar directamente a una lámpara de este tipo, pues puede causar lesiones oculares.

Para aprovechar más la energía del destello es conveniente dotar a nuestro montaje de unos paneles reflectores, o bien utilizar el espejo parabólico del faro de un automóvil, que se puede conseguir a bajo precio en una chatarrería.

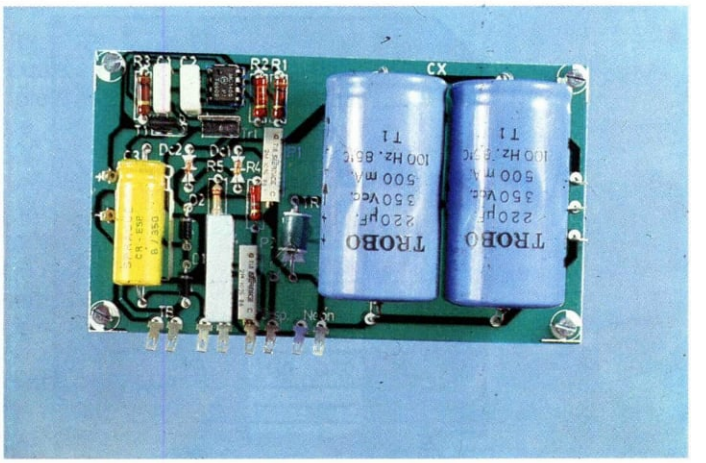
Utilización

El cable de conexión a la cámara puede adquirirse en cualquier comercio de fotografía, ya que el conector utilizado es el mismo que tienen los «flash» utilizados por los profesionales.

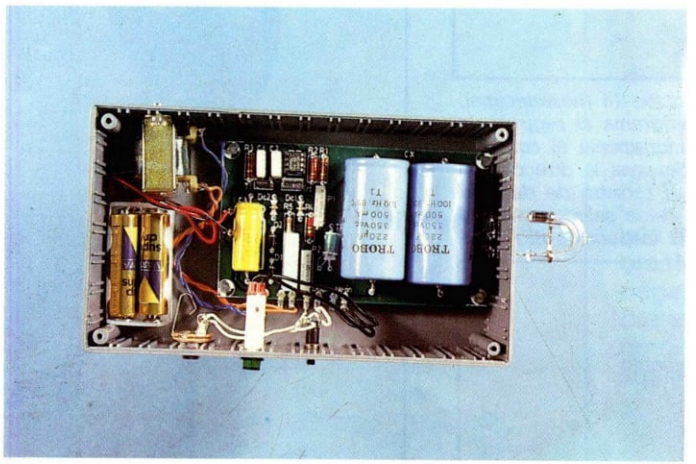
Para otras utilizaciones puede servir el disparo manual.



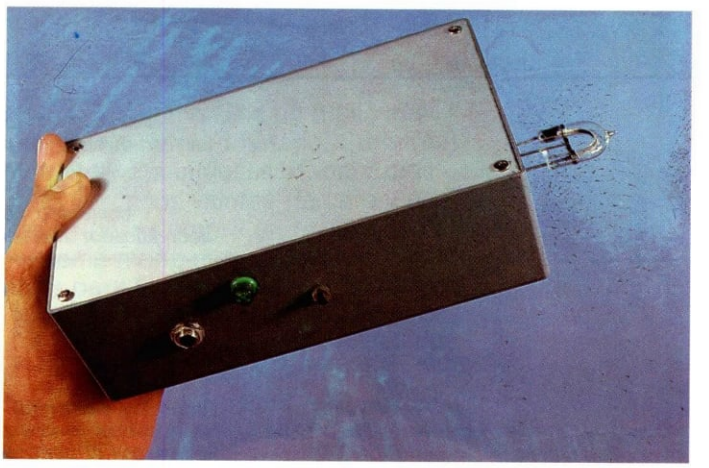
7 *Para disminuir la energía de disparo puede utilizarse un único condensador, o incluso uno de menor valor. Para aumentar se pueden soldar uno, o dos más en paralelo, respetando siempre la polaridad.*



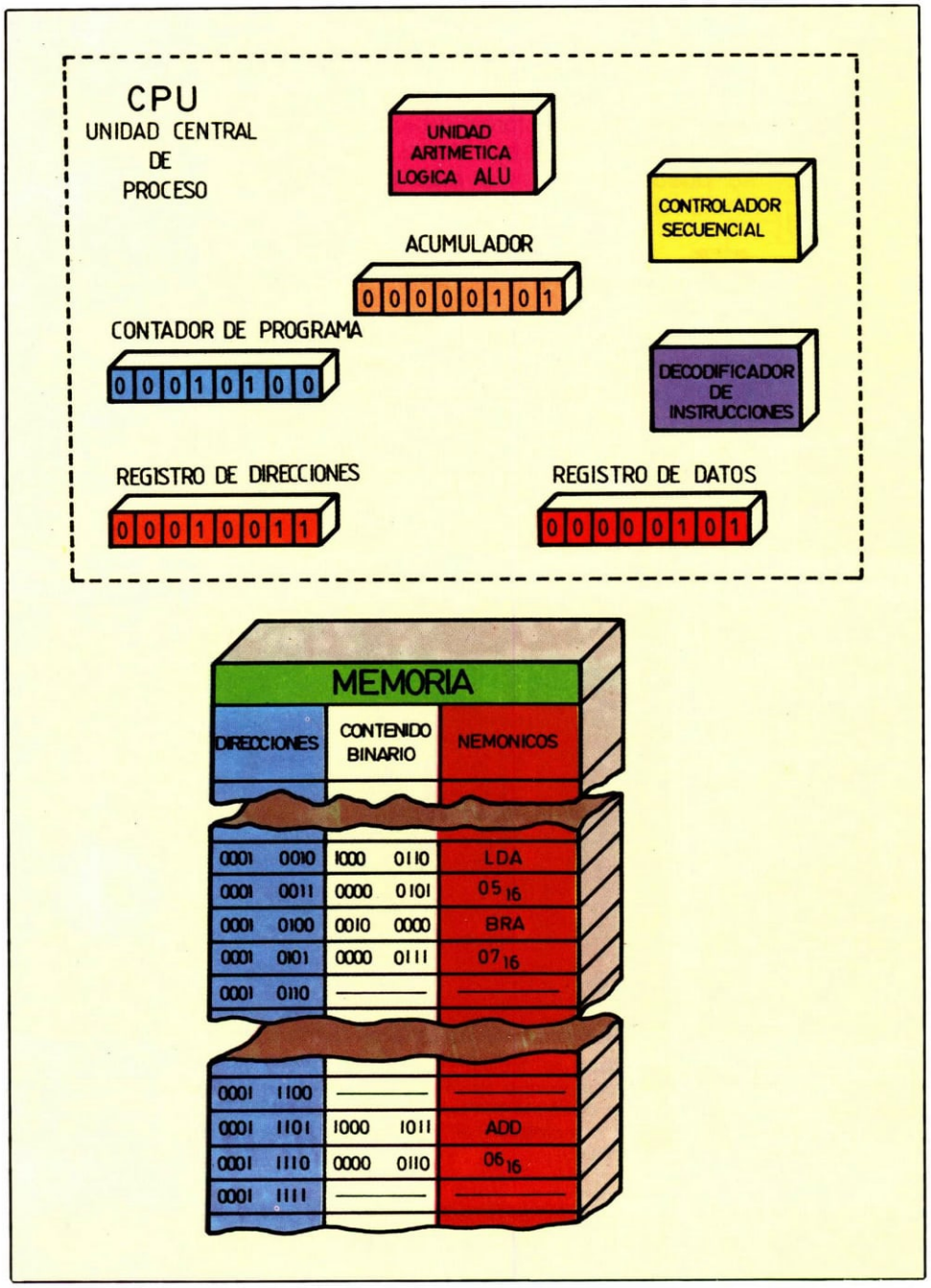
8 *Placa de circuito impreso con todos los componentes instalados: los espadines del lateral se doblarán 90° para facilitar el cableado. A continuación se realizará una breve inspección visual.*



11 *El cableado se realiza de forma rápida y sencilla siguiendo el plano de conexionado. La lámpara se suelda directamente al circuito impreso, teniendo en cuenta que el punto rojo es el ánodo, y se unirá el terminal marcado con +.*



12 *Aspecto final del módulo de «flash». Con un poco de habilidad se le puede acoplar un reflector, por ejemplo, el de un faro de un automóvil, desprovisto del vidrio delantero.*



Transfiere la dirección 14 (hexadecimal) del contador de programa al registro de direcciones. Se incrementa el contador de programa. Se pasa la dirección al bus. Se transfiere al registro de datos el contenido de la celda seleccionada. El decodificador reconoce la instrucción BRANCH.

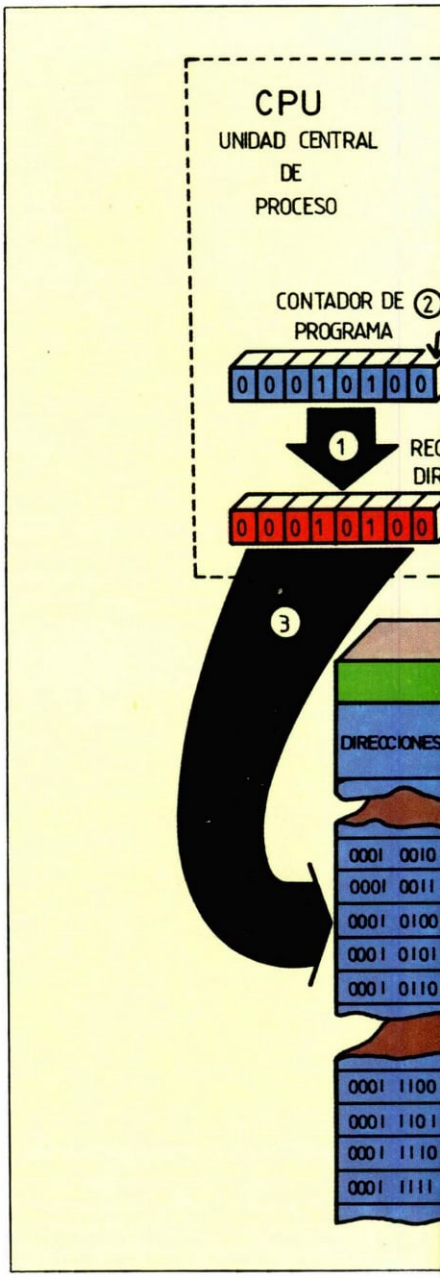
```
*=$1000
        LDA#0        ; Chequeo    = 0
        LDX#0        ; Contador   = 0
CHSUM   EOR  $41,X   ; OR exclusivo con un elemento
        INX
        CPX#8        ; Todos los elementos?
        BNE CHSUM    ; No continuar el chequeo
        STA $40      ; Sí guardar el chequeo
        BRK
```

Pequeño programa escrito con el editor. Vemos que no aparecen direcciones, y uno de los saltos tiene una etiqueta que el ensamblador tendrá que calcular.

DIRECCIONES	*DATOS*
1000	*A9 00*
1002	*A2 00*
1004	*55 41*
1006	*E8*
1007	*EO 08*
1009	*00 F9*
100B	*85 40*
100D	*00*

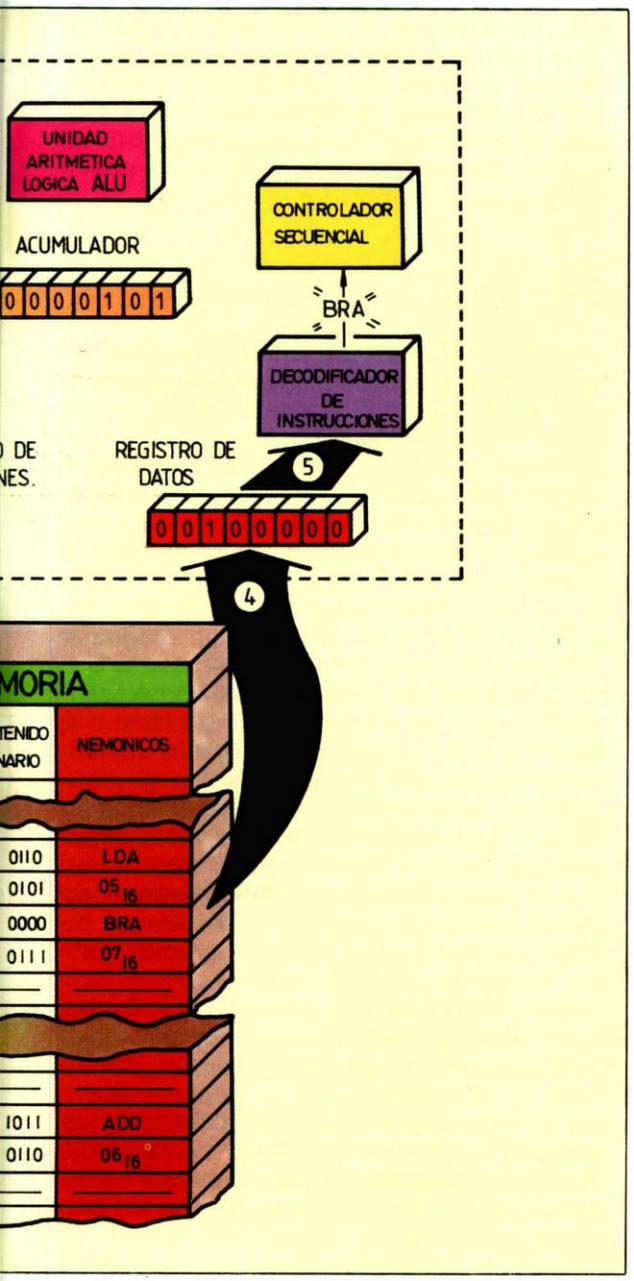
El mismo programa pero ya en código hexadecimal, ocupando la posición correcta en la memoria del ordenador.

Este dibujo muestra el estado en el que quedan los registros de la CPU después de buscar la dirección relativa del salto o ramificación.



LENGUAJES EN CODIGO MAQUINA

Con lenguajes de programación de «alto nivel» (BASIC, COBOL, PASCAL, Etcétera) programar se hace muy fácil y rápido, no siendo necesario ocuparse de los pequeños detalles de la operación. Las instrucciones y comandos del ordenador «casi» son de lenguaje ordinario, lo que facilita enormemente elaborar complejos programas.



Una ventaja de los programas de alto nivel es que son independientes del ordenador a emplear, pues no tiene ninguna importancia que el microprocesador sea un Z80, 6502, 8080, o cualquier otro tipo; y así un programa PASCAL (por ejemplo) es ejecutable por cualquier ordenador que disponga de un «compilador» PASCAL (compilador=programa que se encarga de traducir las sentencias del lenguaje de alto nivel al lenguaje de máquina del microprocesador empleado).

Pero todo no van a ser ventajas, pues tener que trabajar con lenguajes de alto nivel supone ocupar mayor cantidad de memoria, menor velocidad de ejecución y sistemas de comunicación hombre-máquina mucho más complejos, puesto que ya no es suficiente el empleo de un pequeño teclado y display hexadecimal, sino que es necesario disponer de un teclado ASCII, un monitor o TV, etc.

Bits y Bytes

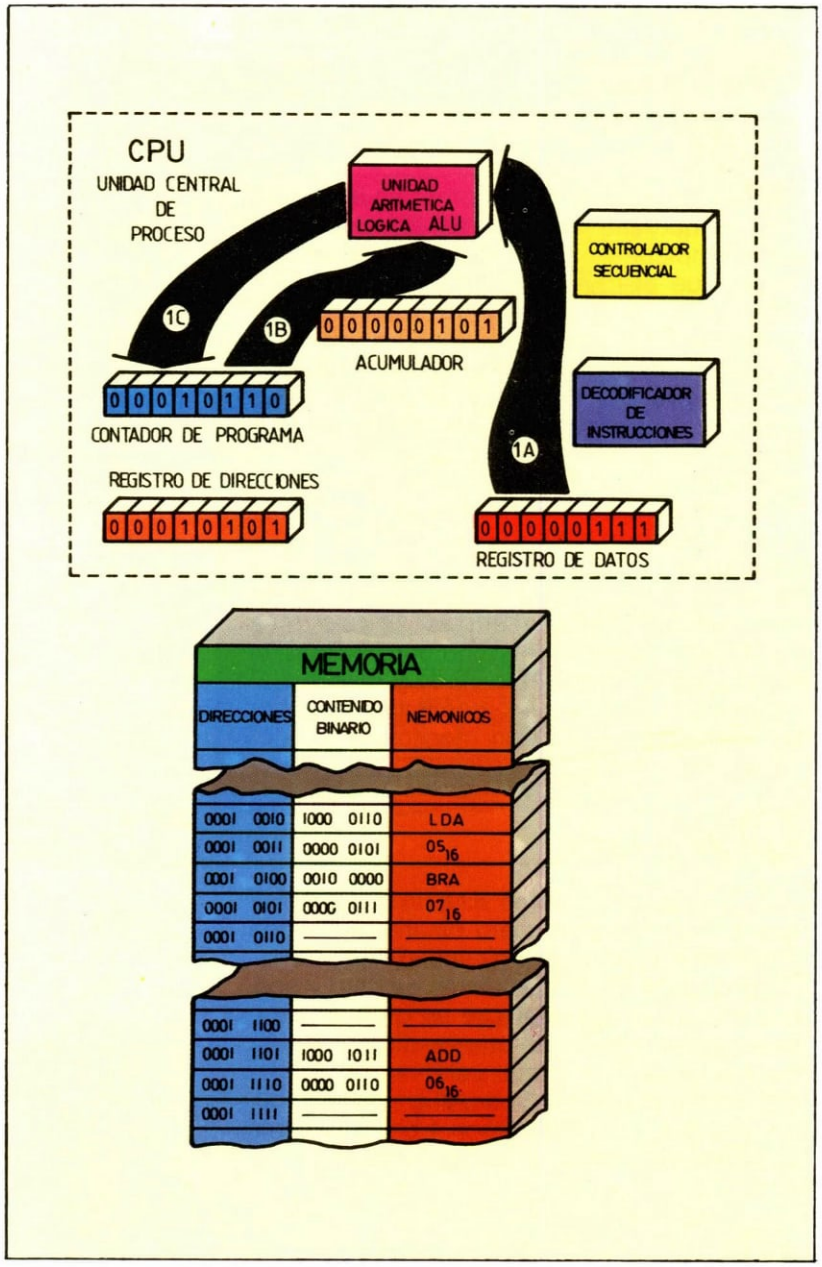
Se puede definir como *Bit* a un dígito individual dentro de un número binario. Su origen parte de los términos ingleses «Binary digit». Un bit puede tomar los valores de cero y uno. Los bits están casi siempre en grupos (palabras), del mismo modo que se utilizan en esta página letras para formar palabras. Si la palabra está formada por 8 bits, al grupo se le denomina *Byte*. La palabra con 4 bits solamente suele denominarse, a veces, «nibble».

Numeración hexadecimal

Sabemos que la numeración utilizada por los microprocesadores son unos y ceros: pe-

ro, ¿qué sucede con la comunicación entre el computador y los seres humanos? Si la información tiene que ser introducida también en forma de unos y ceros el único resultado posible es un caos total. Piénsese en el direccionamiento por dos bytes: ¡16 cifras para definir una posición! En la práctica este sistema no resulta funcional, porque los errores son inevitables.

Para evitar este problema es necesario un sistema de numeración más sencillo, es decir, un sistema que pueda ser fácilmente interpretado por el computador, y lo que es más importante, por el operador. La elección obvia es el sistema hexadecimal, que significa sencillamente 16 números, con lo que los dos bytes (16 bits) serán representados con cuatro símbolos. En otras palabras, un solo símbolo representará un nibble (4 bits), y será 0, 1..., 9, A, B, C, D, E, F (que son los 16 números o valores del símbolo).



Este dibujo muestra el estado en el que quedan los registros de la CPU después de buscar la dirección relativa del salto o ramificación.

Editor y Ensamblador

Introducir un programa en el ordenador, tecla a tecla, es una tarea ardua y no menos molesta: aporta muy pocas satisfacciones, sobre todo si es necesario introducir diversas instrucciones del programa con códigos operacionales byte a byte.

Una vez introducida la totalidad del programa, tecla a tecla, es necesario comprobar que no existen errores mecanográficos. En el caso de que ya en las primeras líneas se descubra que falta un octeto (byte), o que hay uno erróneo, nos veríamos en la necesidad de comenzar de nuevo, reintroduciendo todo el programa. Afortunadamente esto no será necesario si se dispone de un programa editor y un ensamblador.

El editor

Es un programa normalmente residente en ROM, EPROM, etc., concebido para facilitar al usuario la labor de programación. Con su ayuda se pueden añadir instrucciones suplementarias a un programa, aunque éste haya sido introducido en su totalidad. Además nos permite localizar las instrucciones de un programa, modificarlas e incluso eliminarlas si así lo deseamos. En otras palabras, el teclado y el editor se convierten en el «lápiz y la goma» a la hora de introducir un programa en la memoria de un ordenador.

El editor permite introducir direcciones simbólicas denominadas *etiquetas* («labels»). A partir de estas etiquetas el programa ensamblador calcula las direccions reales de partida de las subrutinas, los desplazamientos en las ramificaciones condicionales y las direcciones de destino de las instrucciones de salto o ramificación incondicional. De este modo se consigue reducir al mínimo los errores de programación, ya que estos programas realizan todos los cálculos oportunos.

Podemos entonces afirmar que el editor tiene la capacidad de manipular o editar bloques de «textos», llamados *archivos*, que residen en la memoria RAM, y proporciona entrada-salida para estos archivos. Pero... ¿qué se entiende por texto? Pues simplemente una o más cadenas de caracteres que representan datos, instrucciones, etc., de un programa residente en memoria.

Por tanto, un archivo no es más que varias

cadenas de caracteres que representan una tabla de datos, un grupo de mensajes o un programa (o un conjunto de los tres).

Principalmente el editor es utilizado para construir programas que serán «ensamblados» (traducidos a instrucciones compatibles con el microprocesador utilizado). El editor actúa como un simple programa entrada-salida de textos, por lo que *no* toma ninguna decisión sobre la clase de información que se está introduciendo en el ordenador, porque todos los caracteres que representan los datos, mensajes e instrucciones de programa, son tratados única y exclusivamente como texto.

Sus operaciones de edición son manejadas desde el propio teclado e implica el uso de unos comandos denominados *comandos del editor,* para introducir, borrar, cambiar o añadir nuevas cadenas de caracteres.

Estos archivos o textos pueden ser «guardados» en cinta, disco, etc., para usarlos en posteriores ocasiones, pues si en vez de guardar los textos se almacenan los códigos hexadecimales o bien el programa ya ensamblado, difícilmente podrían ser modificados en el futuro.

El ensamblador

El programa ensamblador realiza el trabajo de traducir a instrucciones en código de máquina, llamado *código objeto,* las instrucciones de un programa escrito en forma simbólica o nemotécnica, denominado *programa fuente.* A los símbolos y nemónicos empleados para escribir el programa fuente se les conoce por el nombre de *lenguaje ensamblador.* Una instrucción en lenguaje ensamblador se traduce en una instrucción propia del procesador empleado.

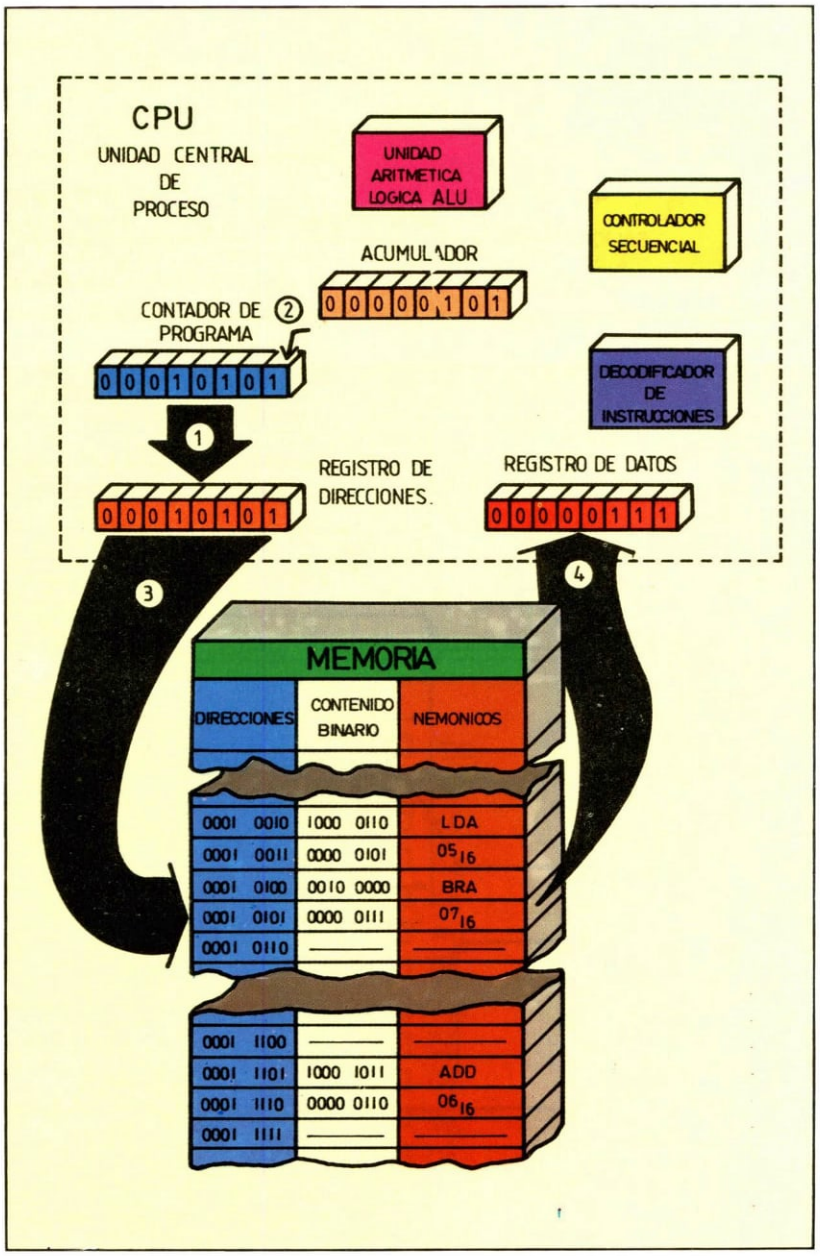
Una vez finalizada la entrada de datos y caracteres desde el programa editor, bien por teclado o cargado desde cinta, disco, etc., antes de ejecutar el programa, es necesario traducir sus datos a través del ensamblador. Para ello bastará «lanzar» al ensamblador, el cual en un primer paso determinará los valores de los símbolos en una tabla para su utilización en un segundo paso.

Una vez haya finalizado el primer paso, el ensamblador comenzará el segundo, en el cual genera el código objeto, usando los valores de los símbolos, depositados en la tabla durante el primer paso, para generar direcciones y desplazamientos y evaluar ciertos datos.

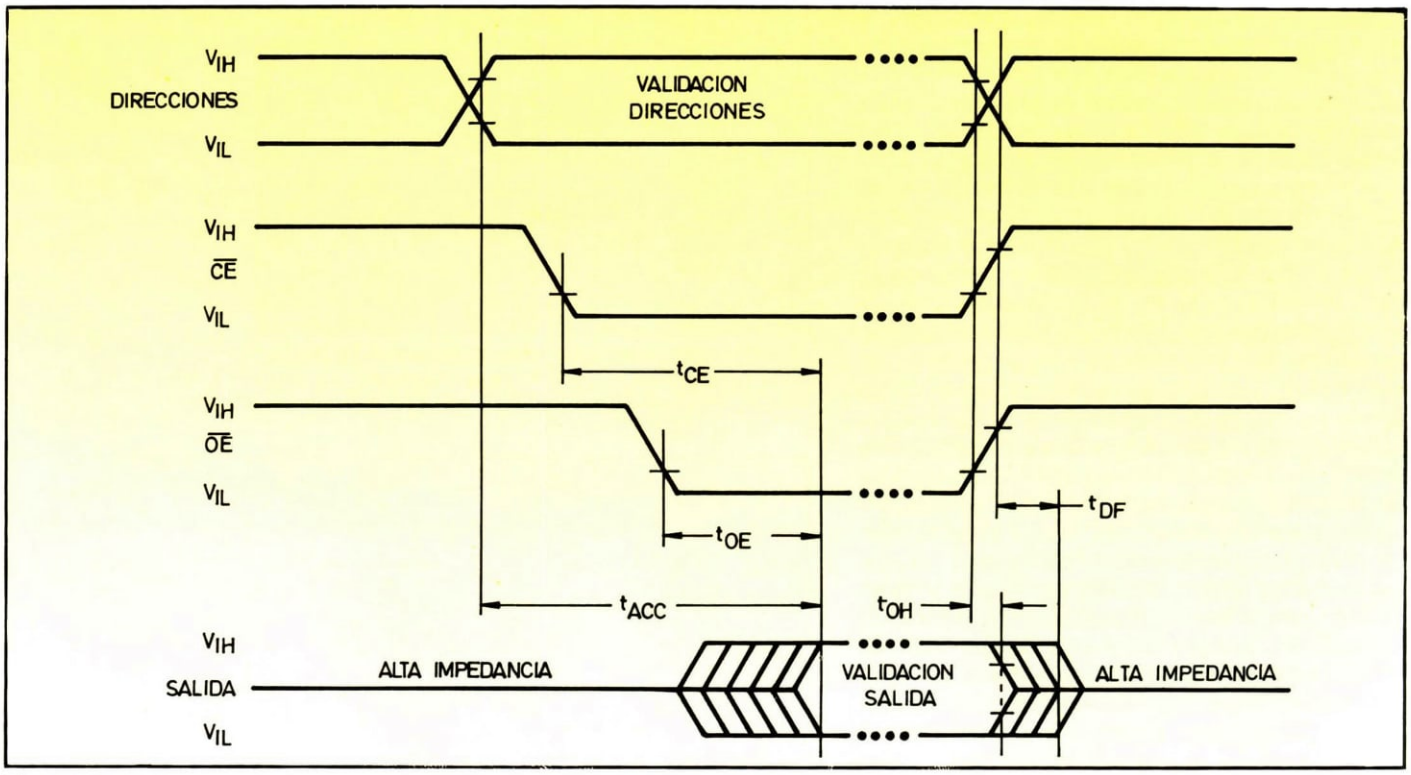
También se efectúa, en este segundo proceso, un completo examen de errores para determinar si las instrucciones están codificadas correctamente. Todos los errores detectados son presentados al operador a través de pantalla o impresora.

Direcciones	*Nemónico o OPCODE*
1000	*LDA#00*
1002	*LDX#00*
1004	*EOR 41,X*
1006	*INX*
1007	*CPX#08*
1009	*BNE F9*
100B	*STA 40*
100D	*BRK*

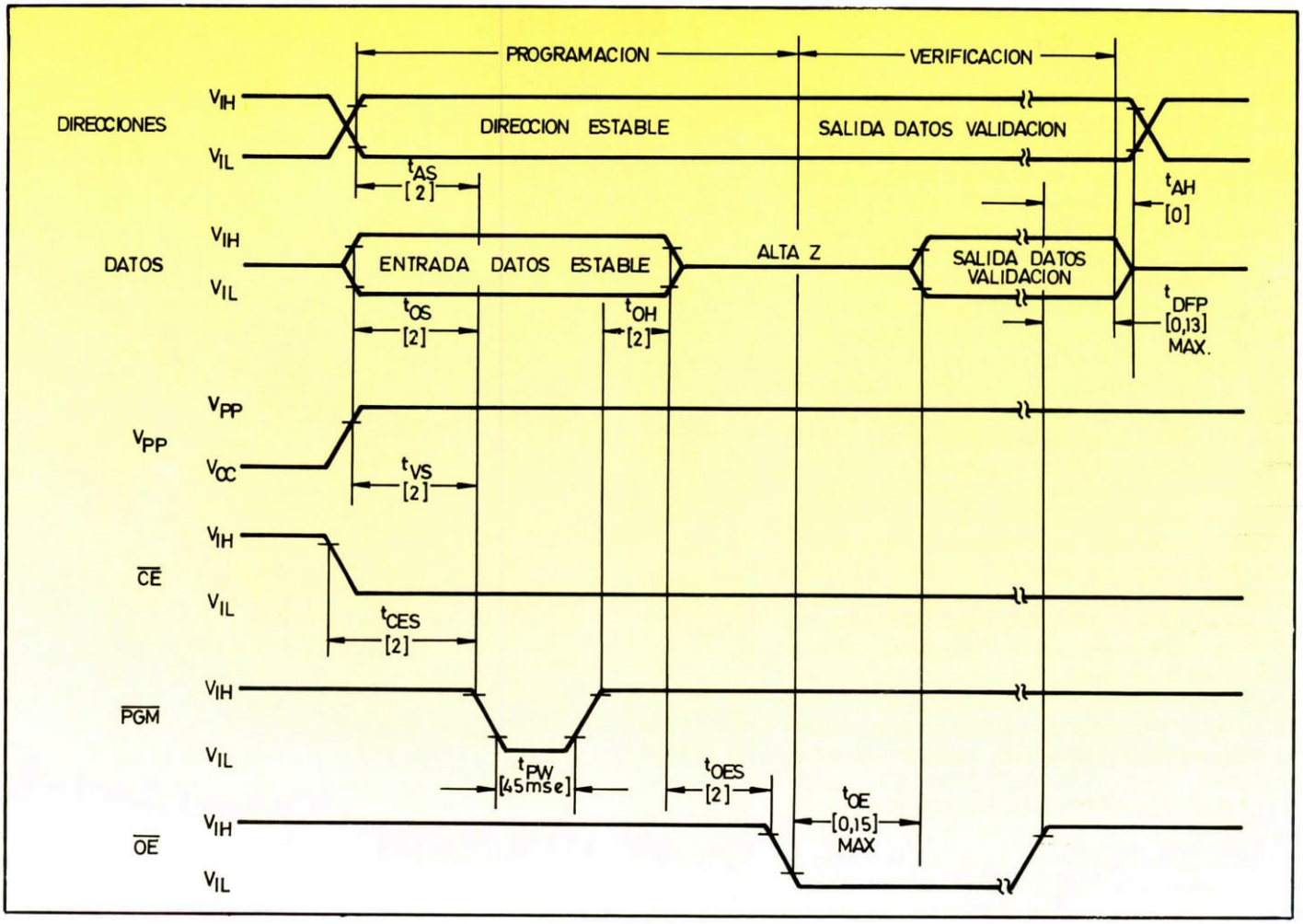
El mismo programa pero ya ensamblado. Si se ha introducido desde el teclado ya no existe la posibilidad de intercalar ningun instrucción.



En este paso la CPU transfiere la dirección (15(hex.) del contador de programa al registro de direcciones. Se incrementa el contenido del contador de programa. Se pasa la dirección al bus. El contenido de la celda 15(hex.) se transfiere al registro de datos: este valor constituye la dirección relativa.



Formas de onda.



 Formas de onda durante la programación.

2764 EPROM 64 K

El integrado 2764 de Intel es una memoria de 65.536 bits, eléctricamente programable, de sólo lectura, y borrable fácilmente con luz ultravioleta. A este tipo de memorias se las conoce por sus siglas en lengua inglesa EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory).

El tiempo de acceso estándar es de 250 ns, con una velocidad de selección disponible de hasta 200 ns. El tiempo de acceso es compatible con microprocesadores de altas prestaciones tales como los Intel de 8 MHz APX 186. En este sistema el 2764 permite operar al microprocesador con la adición de estados WAIT. También existe compatibilidad con los microprocesadores de 12 MHz, familia 8051.

Una característica importante es la separación del control de salida en SALIDA ENABLE ($\overline{OE}$) y CHIP ENABLE ($\overline{CE}$). El control ($\overline{OE}$) elimina el contenido del bus en el sistema microprocesador.

El 2764 tiene un modo de espera *(STAND-BY)* que permite reducir la potencia consumida sin aumentar el tiempo de acceso; el méximo consumo activada es de 100 mA, mientras que en espera es de sólo 40 mA. El modo de espera se selecciona aplicando un nivel alto TTL en la entrada CE.

La tensión de alimentación es de 5 V ± 5% para la versión estándar, aunque existe la posibilidad de disponer de modelos que admitan variaciones en la alimentación del ± 10%.

El 2764 está fabricado con tecnología HMOS-E patentada por Intel (High-speed N-channel MOS Silicon Gate Technology).

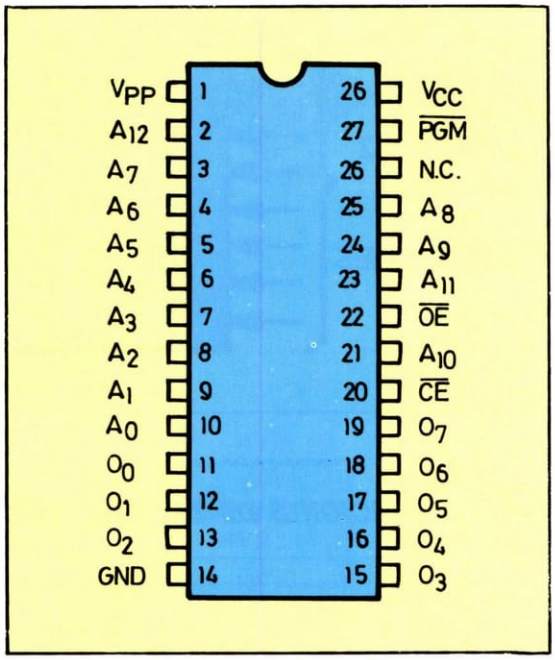
Borrado

Para el borrado se recomienda exponer la ventana superior a una luz ultravioleta de una longitud de onda de 2.537 ängstroms con 15 W s/cm^2. Esta operación durará aproximadamente 20 minutos si se utiliza una lámpara de 12.000 µW/cm^2 situada a una distancia de 2,5 cm.

La exposición a la luz directa del sol puede causar el borrado al cabo de una semana, la luz ambiental de una habitación bien iluminada puede tardar tres años en hacerlo. En ambos casos debe protegerse la ventana de borrado con alguna lámina opaca.

Programación

La memoria se pone en modo programación cuando la entrada V_{pp} está a 21 V y CE y PGM están a nivel TTL bajo. La palabra a grabar se aplicará en las salidas (8 bits) y tendrá niveles TTL. La grabación se efectúa cuando se aplica un pulso de 50 ms en la entrada $\overline{PGM}$.



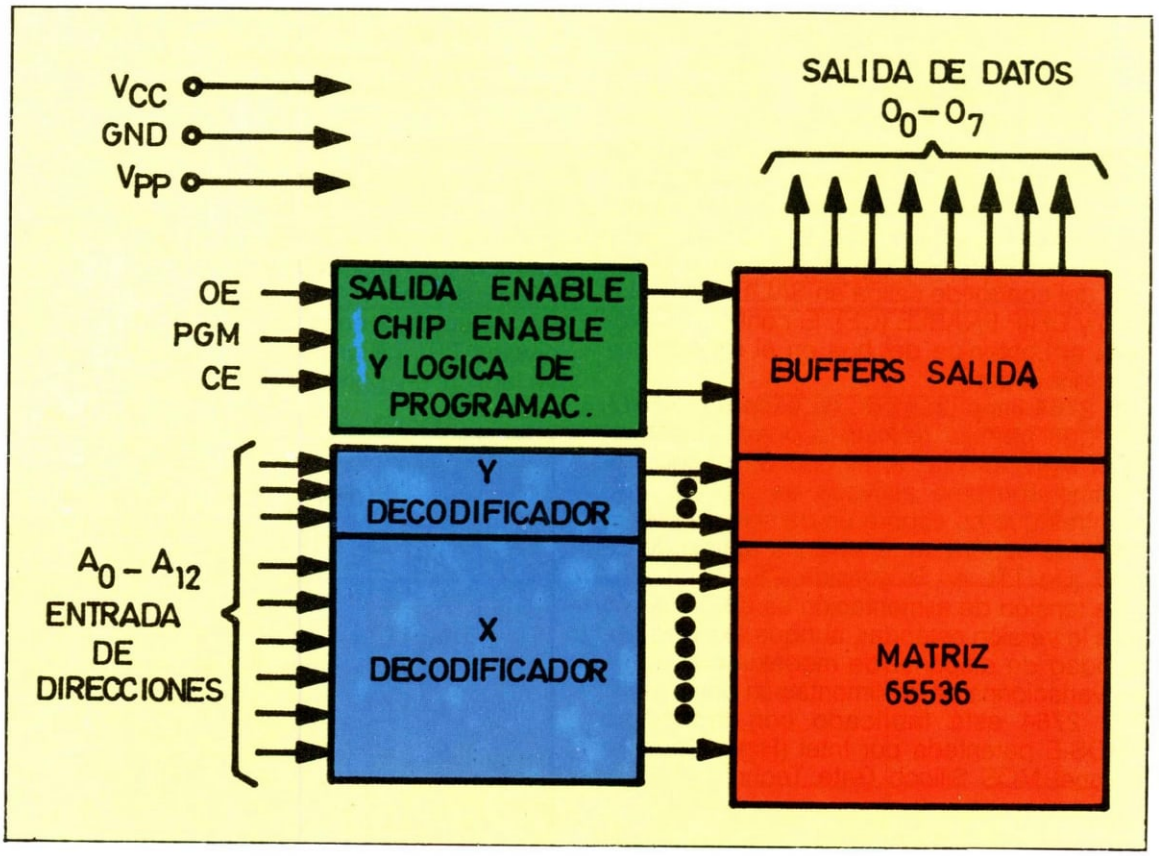
Distribución de patillas. A_0-A_{12}: direcciones; $\overline{CE}$: chip enable: $\overline{OE}$: salida enable; O_0-O_7: salidas; $\overline{PGM}$: programación; N.C.: no conectada.

Valores límite de funcionamiento

Temperatura en funcionamiento: −10 a +80 °C.
Temperatura de almacenamiento: −65 a ≈124 °C.
Tensiones en entradas y salidas respecto a masa: 7 a −0,6 V.
Tensiones en entradas y salidas respecto a masa: 7 a −0,6 V.
Tensión en la patilla 28 respecto masa: −13,5 a −0,6 V.
V_{pp} alimentación respecto a masa durante la programación: −22 a −0,6 V.
en cualquiera d popular. El tema primero es expuesto a modo de gran balada con un gran componente lírico. Hay una rápida y brillante coda protagonizada por el metal.

Se puede realizar la programación de múltiples 2764, con datos diferentes, gracias a la posibilidad de programación inhibida (ver tabla). Para ello se colocan en paralelo todas las patillas excepcto CE (o PGM), incluyendo OE. Sólo se programará la 2764 que reciba el pulso de +21 v (V_{pp}) en la entrada CE.

La 2764 advierte la verificación inmediatamente después del pulso de programación, para determinar si los bits se han grabado correctamente.



CONDICIONES DE TRABAJO DURANTE LA LECTURA

	2764-2	2764	2764-3	2764-4	2764-25	2764-30	2764-45
Temperatura de trabajo (°C)...	0 a 70	0 a 70	0 a 70	0 a 70	0 a 70	0 a 70	0 a 70
Alimentación V_{cc}.....	5 ± 5%	5 ± 5%	5 ± 5%	5 ± 5%	+5±10%	5±10%	5+10%
Programación V_{pp}.....	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$	$V_{pp} = V_{cc}$

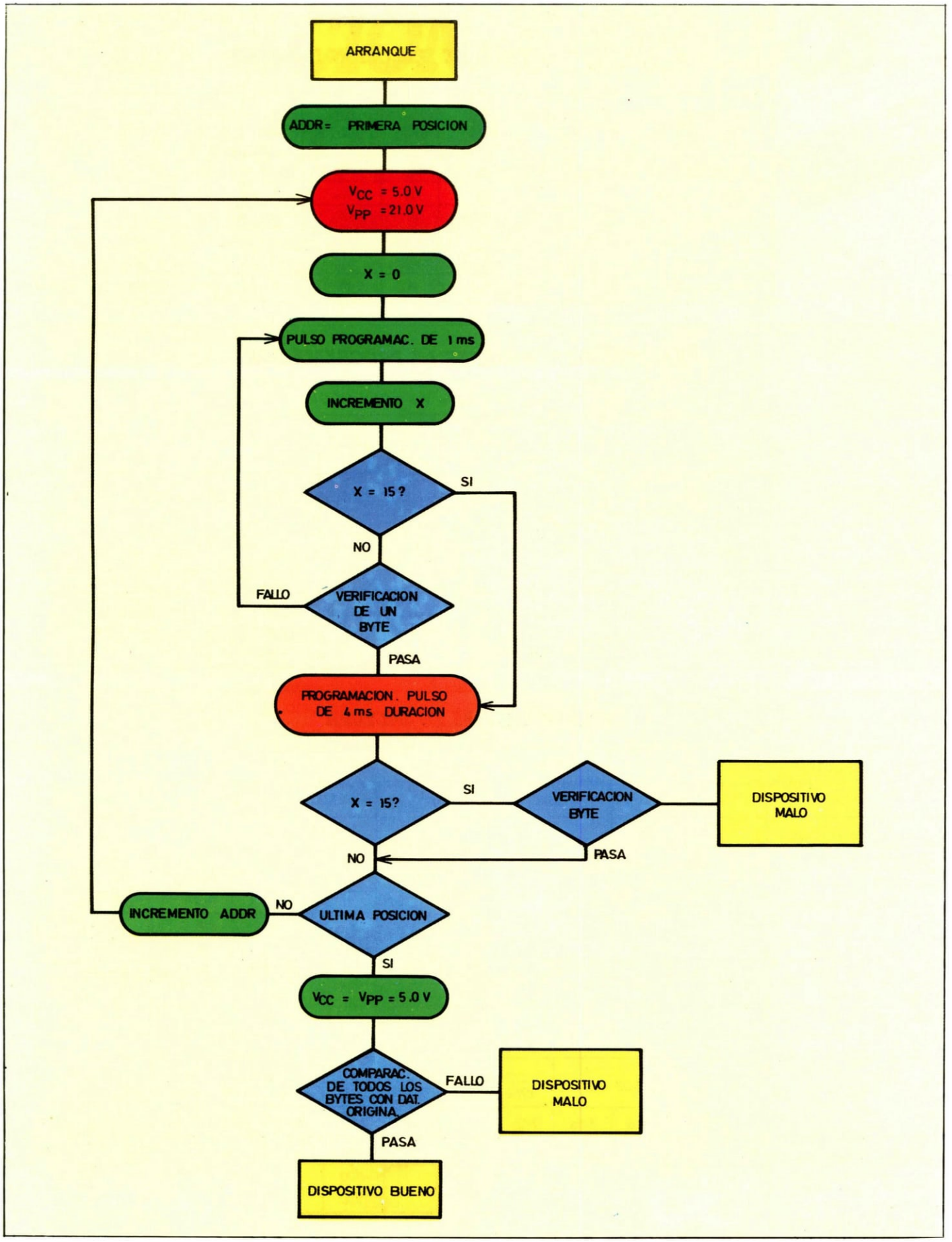

ARRANQUE
ADDR= PRIMERA POSICION
VCC = 5.0 V
VPP = 21.0 V
X = 0
PULSO PROGRAMAC. DE 1 ms
INCREMENTO X
X = 15 ?
SI
NO
FALLO
VERIFICACION DE UN BYTE
PASA
PROGRAMACION. PULSO DE 4 ms DURACION
X = 15?
SI
VERIFICACION BYTE
DISPOSITIVO MALO
NO
PASA
INCREMENTO ADDR
NO
ULTIMA POSICION
SI
VCC = VPP = 5.0 V
COMPARAC. DE TODOS LOS BYTES CON DAT. ORIGINA.
FALLO
DISPOSITIVO MALO
PASA
DISPOSITIVO BUENO

TABLA DE SELECCION DE MODO

Modo Patillas	$\overline{CE}$ (20)	$\overline{OE}$ (22)	$\overline{PGM}$ (27)	A_9 (24)	V_{PP} (1)	V_{CC} (28)	Salidas (11-13, 15-19)
Lectura	V_{IL}	V_{IL}	V_{IH}	X	V_{CC}	V_{CC}	D_{OUT}
Salida disable	V_{IL}	V_{IH}	V_{IH}	X	V_{CC}	V_{CC}	Alta Z
Espera	V_{IH}	X	X	X	V_{CC}	V_{CC}	Alta Z
Programación	V_{IL}	V_{IH}	V_{IL}	X	V_{PP}	V_{CC}	D_{IN}
Verificación	V_{IL}	V_{IL}	V_{IH}	X	V_{PP}	V_{CC}	D_{OUT}
Programación inhibida	V_{IH}	X	X	X	V_{PP}	V_{CC}	Alta Z

CARACTERISTICAS DURANTE LA PROGRAMACION

$T_A = 25 \pm 50\ ^{\circ}C, V_{CC} = 5\ V \pm 5\%,\ V_{PP} = 21\ V \pm 0.5\ V$

Parámetro	Límites			Condiciones de prueba
	Mín	Máx	Unidad	
Corriente de entrada		10	μA	$V_{IN} = V_{IL}$ y V_{IH}
Entradas nivel bajo	− 0,1	0,8	V	
Nivel alto en entradas	2,0	$V_{CC} + 1$	V	
Salida baja durante verificación		0,45	V	$I_{OL} = 2,1\ mA$
Salida alta durante verificación	2,4		V	$I_{OH} = -400\ \mu A$
Alimentación (prog. y verif.)		100	mA	
Alimentación (prog.)		30	mA	$\overline{CE} = V_{IL} = \overline{PGM}$
Impulso de programación	45	55	mS	

CARACTERISTICAS EN LECTURA

Parámetro	Mín	Tip[3]	Máx	Unidades	Condiciones
Corriente de entrada			10	μA	$V_{IN} = 5.5\ V$
Corriente de pérdidas			10	μA	$V_{OUT} = 5.5\ V$
Corriente de lectura			5	mA	$V_{PP} = 5.5\ V$
Corriente en espera			40	mA	$\overline{CE} = V_{IH}$
Corriente en activo		70	100	mA	$\overline{CE} = \overline{OE} = V_{IL}$
Entrada nivel bajo	− 1		+ 8	V	
Entrada nivel alto	2,0		$V_{CC} + 1$	V	
Salida nivel bajo			45	V	$I_{OL} = 2.1\ mA$
Salida nivel alto	2,4			V	$I_{OH} = -400\ \mu A$

	2764-2 límites		2764-25 & 2764 límites		2764-30 & 2764-3 límites		2764-45 & 2764-4 límites		Unidades	Condiciones
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx		
Retardo dirección/salida		200		250		300		450	ns	$\overline{CE} = \overline{OE} = V_{IL}$
Retardo CE salida		200		250		300		450	ns	$\overline{OE} = V_{IL}$
Retardo OE salida		75		100		120		150	ns	$\overline{CE} = V_{IL}$
OE alto a salida flotante	0	60	0	60	0	105	0	130	ns	$\overline{CE} = V_{IL}$

APLICACIONES DE LOS OPTOACOPLADORES

APLICACIONES

Los componentes denominados Optoacopladores u Optoaisladores están formados por un elemento emisor de luz, que suele ser un Led en la mayoría de los casos y un receptor o detector de esa radiación luminosa, que puede consistir en un fotodiodo o un fototransistor.

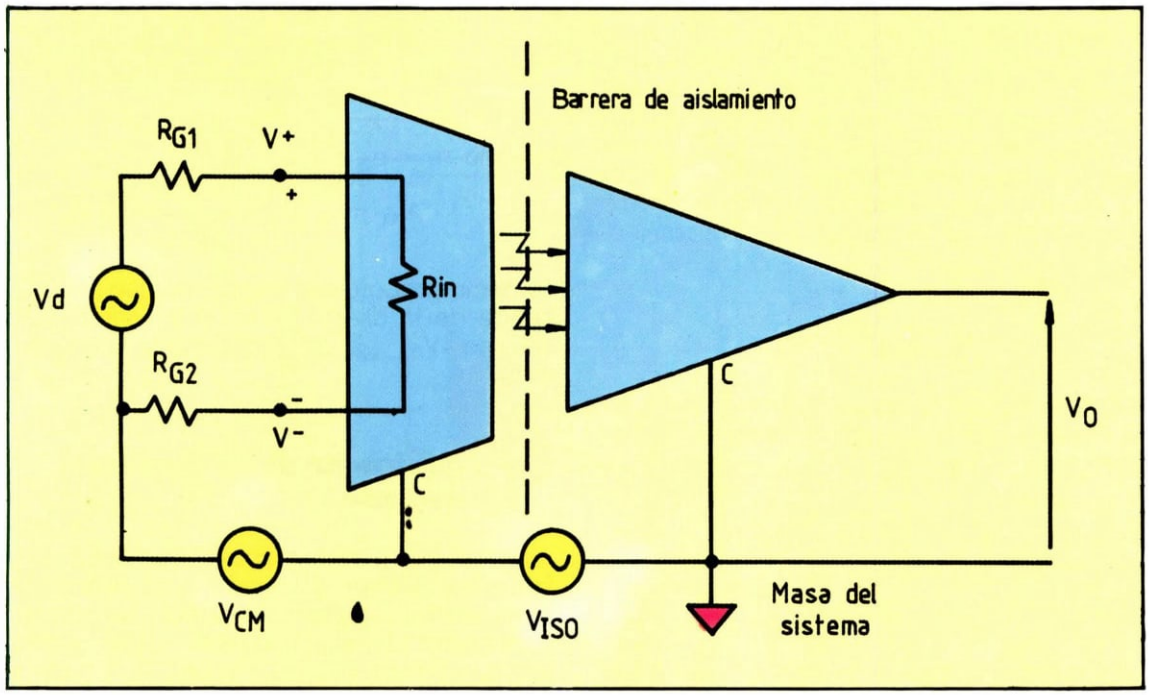
Existe una amplia gama de combinaciones entre estos elementos con diferentes formas de encapsulados, obteniendo así una gran variedad de posibilidades en la elección de características de entrada, salida y acoplamiento.

Sus principales aplicaciones residen en el acoplamiento entre dos etapas de un circuito electrónico, entre las que debe existir un elevado aislamiento eléctrico. También se emplea, en alguno de los posibles modelos, para detectar el movimiento de motores o de piezas que giran, accionadas por éstos.

El modelo más generalizado consta de un diodo Led situado a muy corta distancia de un fototransistor, estando ambos dispuestos en un encapsulado común cuya forma exterior es la de un cuerpo rectangular con 6 terminales dispuestos en dos filas paralelas (Dual-in-Line). Dos de estos terminales corresponden al ánodo y cátodo del Led y dos o tres de los restantes serían los puntos de conexión del fototransistor según exista o no una conexión eléctrica con la base.

Otro tipo de cápsula, muy diferente de la anterior, es en la forma de una U, con los elementos emisor y receptor situados en los dos brazos verticales, de forma que pueda interrumpirse su acoplamiento óptico mediante cualquier objeto plano y opaco que se introduzca entre ambos. Los terminales de conexión aparecen por separado en la zona inferior.

El símbolo de un acoplador óptico está en el dibujo, que tiene indicado los números de las patillas del tipo 2N25 de Motorola. Consiste en un Led de arseniuro de galio y un fototransistor de silicio.



Circuito para determinar la expresión de la tensión de salida de un amplificador de aislamiento.

Amplificador de aislamiento con acoplamiento óptico

Los aisladores acoplados ópticamente son útiles aplicaciones donde las señales analógicas o continuas necesitan ser transferidas desde un módulo a otro en presencia de una diferencia de potencial elevada o ruido inducido entre masa o puntos comunes de estos módulos. Ejemplos de aplicaciones son: transductores, equipos de medicina, amplificadores de audio.

Consideraremos la serie 5082 de Hewlett-Packard que se utiliza en diseños lineales con dos canales. En este tipo de aislador acoplado ópticamente, si el transistor de salida está polarizado en la región activa, la relación de transferencia de corriente es:

$$I_C = K\left(\frac{I_F}{I_{F'}}\right)^n$$

I_C: corriente de colector.
I_F: corriente de Led.
$I_{F'}$: corriente para la que se midió K.
K: es la corriente de colector cuando $I_F = I_{F'}$.
n: pendiente de I_C en función de I_F en coodernadas logarítmicas.

El exponente n varía con I_F, pero sobre un cierto margen de ΔI_F, n puede considerarse constante. La relación de transferencia en un aislador óptico sólo es lineal si n = 1.

Para la serie 5082, n varía entre 2, para corrientes de entrada menores que 5 mA; a 1, para valores de corriente mayores que 16 mA.

En el dibujo se dispone de un amplificador de instrumentación que utiliza un acoplador HP5082. Este amplificador opera sobre el principio de que cuando existe un aumento de ganancia en un aislador óptico, se compensa por una disminución de ganancia del otro aislador óptico. Así si I_{F1} aumenta debido al cambio en V_{IN}, I_{F2} disminuye en la misma cantidad. Para justificarlo se dispone del circuito *a)* del dibujo, considerando $R_1 = R_2 = R$, por lo que puede ponerse:

$$I_{CC} = I_{F1} + I_{F2}$$
$$V_{IN} = I_{F1}R - I_{F2}R$$

habiendo supuesto las caídas de tensión en los diodos iguales. Las ecuaciones de las corrientes I_{F1} e I_{F2} son:

$$I_{F1} = \frac{I_{CC}}{2} + \frac{V_{IN}}{2R} \qquad [1]$$

$$I_{F2} = \frac{I_{CC}}{2} - \frac{V_{IN}}{2R} \qquad [2]$$

En cuanto al circuito de salida, a partir del circuito *b)* del mismo dibujo, se tiene:

$$I_{C2} = I_1 + I_2$$
$$I_1 = \frac{V}{R_4} = I_{C1}\frac{R_3}{R_4}$$

y el voltaje de salida V_0 viene dado por:

$$V_0 = I_2R_5 = \left(I_{C2} - I_{C1}\frac{R_3}{R_4}\right)R_5 \qquad [3]$$

Por otra parte las corrientes de colector I_{C1} e I_{C2} de los transistores tienen las expresiones:

$$I_{C1} = K_1\left(\frac{I_{F1}}{I_{F'1}}\right)^{n_1}$$
$$I_{C2} = K_2\left(\frac{I_{F2}}{I_{F'2}}\right)^{n2}$$

quesustituimos en la ecuación [3], obteniéndose:

$$V_0 = K_2\left(\frac{I_{F2}}{I_{F'2}}\right)^{n2} - K_1\left(\frac{I_{F1}}{I_{F'1}}\right)^{n1}\frac{R_3}{R_4}R_5$$

Sustituyendo en esta ecuación las corrientes I_{F1} e I_{F2} por las expresiones de las ecuaciones (1) y (2) se obtiene:

$$V_0 = R_5K\left(1 - \frac{V_{IN}}{RI_{CC}}\right)^{n2} - \left(1 + \frac{V_{IN}}{RI_{CC}}\right)^{n1}$$

siempre que se cumpla la condición:

$$K_2\left(\frac{I_{CC}}{2I_{F'2}}\right)^{n2} = K_1\frac{R_3}{R_4}\left(\frac{I_{CC}}{2I_{F'1}}\right)^{n1}$$

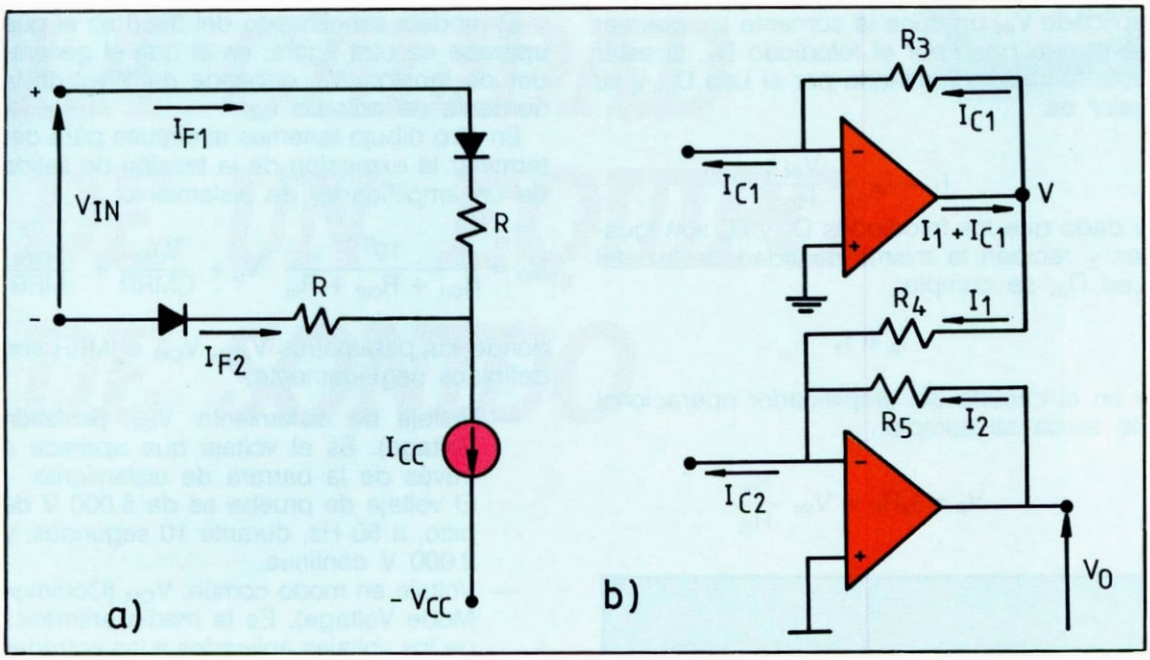
cuando $n_1 = n_2 = 1$

$$V_O = -R_5K\frac{2V_{IN}}{RI_{CC}} = K'V_{IN}$$

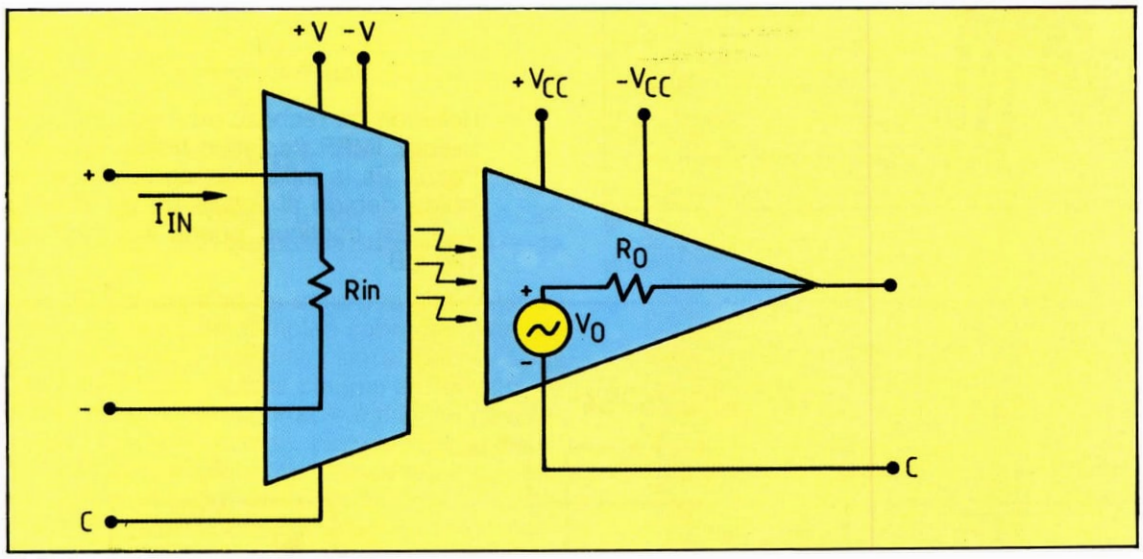
es decir, proporciona una salida que sólo depende de la diferencia entre las señales de entrada, V_{IN}. La ganancia del amplificador es K'.

Amplificador de aislamiento integrado

Se estudiará el amplificador tipo 3650 de la firma Burr-Brown. Su fundamento teórico se basa en el circuito simplificado del dibujo. Consta de dos amplificadores operacionales, dos fotodiodos D_1 y D_3 y el Led D_2. El voltaje

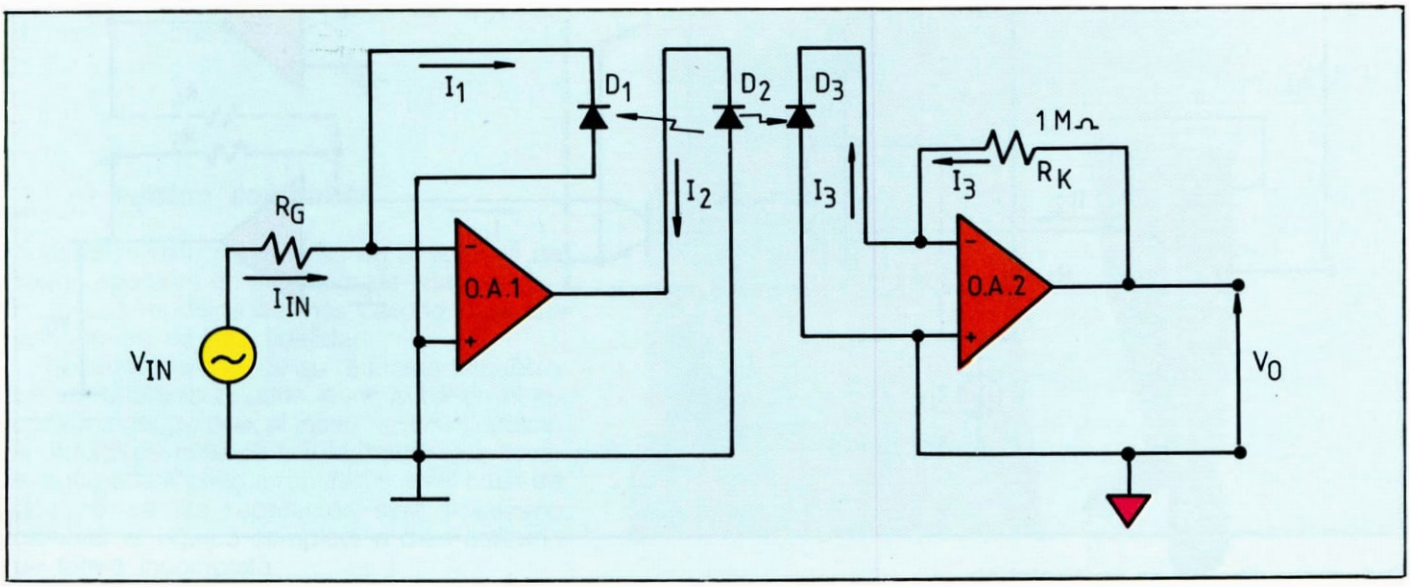


Circuitos equivalentes del amplificador de aislamiento con acoplamiento óptico.
a) *Circuito equivalente de entrada.*
b) *Circuito equivalente de salida.*



Modelo simplificado del 3650.

Circuito simplificado del amplificador de aislamiento integrado tipo 3650 de la firma Burr-Brown.



aplicado V_{IN} produce la corriente I_{IN}, que será la que pase por el fotodiodo D_1, al estar este fotodiodo iluminado por el Led D_2, y su valor es:

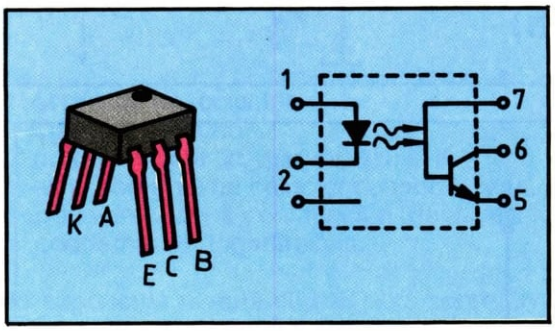
$$I_1 = I_{IN} = \frac{V_{IN}}{R_G}$$

y dado que los fotodiodos D_1 y D_3 son iguales y reciben la misma cantidad de luz del Led D_2, se cumple:

$$I_3 = I_1$$

y en el circuito del amplificador operacional de salida se cumple:

$$V_0 = I_3 R_K = V_{IN} \frac{R_K}{R_G}$$



Símbolo de un acoplador óptico, que tiene indicados los números de las patillas, del tipo 2N25 de Motorola.

El modelo simplificado del 3650 es el que aparece en otra figura, en el que el generador de tensión, V_0, depende del nivel de la corriente de entrada I_{IN}.

En otro dibujo tenemos el circuito para determinar la expresión de la tensión de salida de un amplificador de aislamiento:

$$V_0 = \frac{10^6}{R_{G1} + R_{G2} + R_{in}} V_d + \frac{V_{CM}}{CMRR} + \frac{V_{ISO}}{IMRR}$$

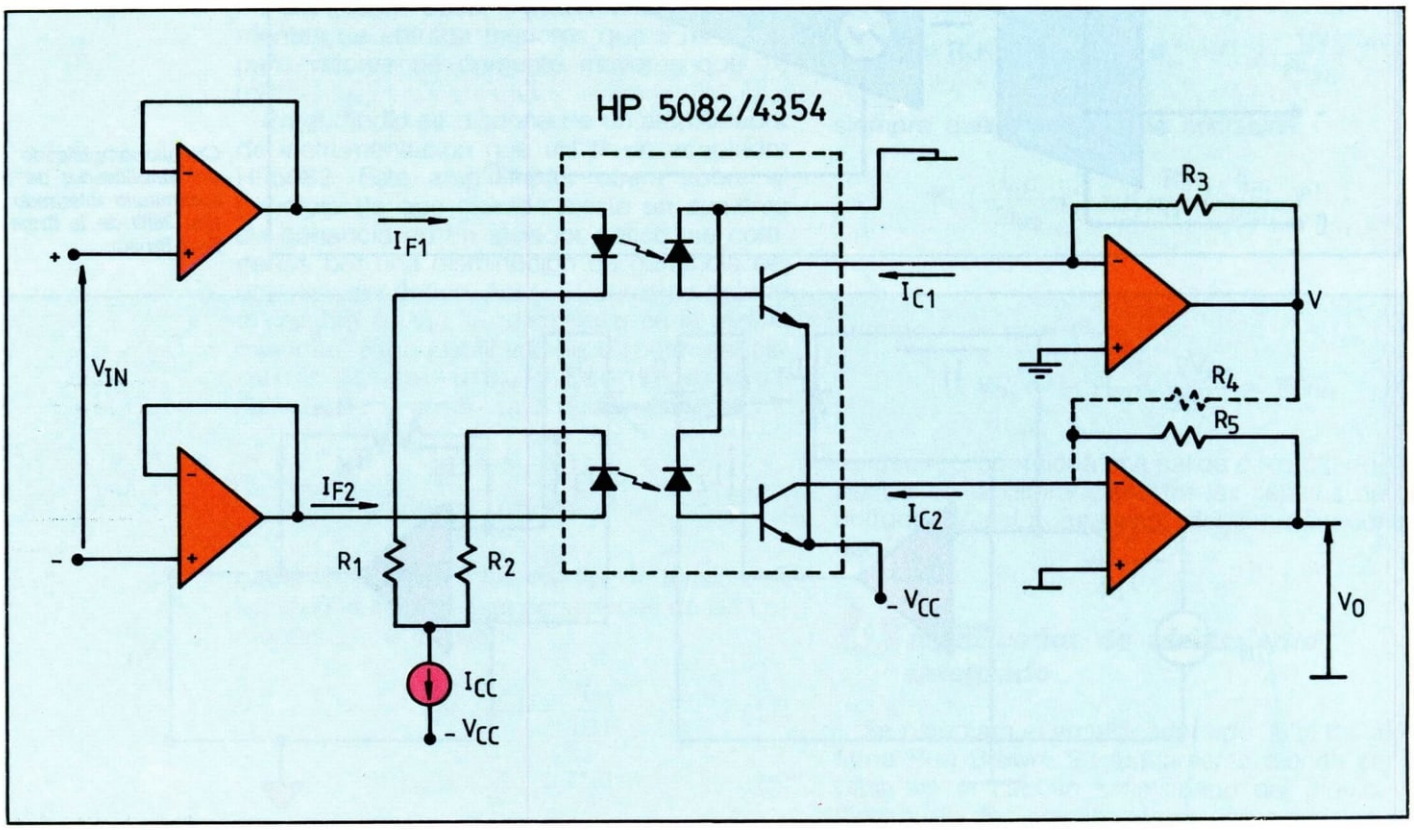
donde los parámetros V_{ISO}, V_{CM} e IMRR son definidos seguidamente:

— Voltaje de aislamiento: V_{ISO} (Isolation Voltage). Es el voltaje que aparece a través de la barrera de aislamiento. El voltaje de prueba es de 5.000 V de pico, a 50 Hz, durante 10 segundos, y 2.000 V continua.

— Voltaje en modo común: V_{CM} (Commun Mode Voltage). Es la media aritmética de los voltajes aplicados a las entradas del amplificador.

$$V_{CM} = \frac{V^+ + V^-}{2}$$

— Relación de rechazo en modo de aislamiento: IMRR (Isolation Mode Rejection Ratio). Es la influencia en el voltaje de salida debido al voltaje de aislamiento V_{ISO}. En continua puede alcanzar los 140 dB.



 Dos modelos diferentes de optoacopladores.

LA CALIDAD DE UN EQUIPO DE SONIDO

Como sucede con cualquier otro aparato, un equipo de sonido puede utilizarse de formas muy diversas, y en diferentes lugares y ocasiones.

Cada tipo de equipos va destinado a un público diferentes, y la variedad de precios es grande; no obstante hoy día se pueden adquirir aparatos de buena calidad a precios razonables.

La mejor calidad se consigue con equipos estacionarios que cumplen sobradamente las normas de alta fidelidad; sin embargo, también un equipo portátil cumple su función. Al ser fácilmente transportable es útil en desplazamientos, acampadas, excursiones, e incluso paseos, a pesar de que tengamos que conformamos con una potencia reducida para aumentar la autonomía. Estos equipos portátiles en la mayoría de los casos no cumplen las normas de alta fidelidad, aunque su sonido sea agradable.

El equipo compacto

Reciben este nombre las agrupaciones de varios aparatos en el interior de una caja común. Los modelos de más calidad cumplen las normas de alta fidelidad.

Tienen la ventaja de su reducido tamaño y de ser bastante baratos, aunque tienen el inconveniente de que, al incluir varios aparatos, si alguno de ellos se avería, habrá que llevar el equipo completo a reparar, y en el caso de que no admita reparación será necesario cambiar el equipo completo o bien utilizarlo de forma incompleta.

El equipo modular

Es el más difundido, suele estar compuesto por un amplificador con previo incluido, uno o dos casetes o magnetófonos de bobinas, un giradiscos magnético, un sintonizador de radio AM y FM estéreo, y una o dos parejas de bafles.

La tendencia actual es separar el amplificador de potencia del previo, e incluir un ecualizador, generalmente de 10 octavas.

Hace unos pocos años hicieron su aparición las minicadenas de sonido, equipos de dimensiones reducidas y alta calidad, con módulos independientes con las características eléctricas de uno de mayor tamaño. Existen muchas imitaciones, que en realidad son equipos compactos con la circuitería repartida en varias cajas. En una minicadena de calidad deben poderse separar todos los módulos; por tanto deben tener alimentación independientes y entradas y salidad normalizadas; de esta forma puede ampliarse la cadena, o sustituirse algún módulo.

También es usual combinar módulos de varios fabricantes para formar el equipo de sonido.

Como configuración mínima recomendamos un amplificador de al menos 15 vatios por canal (eficaces) y una pareja de altavoces de 30 vatios cada uno, también como mínimo, y luego una fuente de sonido, por ejemplo el giradiscos, posteriormente las demás.

Todas estas combinaciones son posibles porque los fabricantes se han puesto de acuerdo para construir equipos que cumplan unas determinadas normas.

Como idea general, le recordamos que la potencia debe ser la eficaz, no la de pico (PMPO) que es mucho mayor y puede llevarnos a engaño y pensar que estamos delante de un equipo potente cuando en realidad la potencia eficaz del mismo se reduce a la cuarta, o quinta parte de esa cifra.

La potencia debe ser medida con una distorsión inferior al 0,5 %, y debe mantenerse entre 20 Hz y 20 KHz con una caída máxima en ambos extremos de 1 dB.

Normas DIN

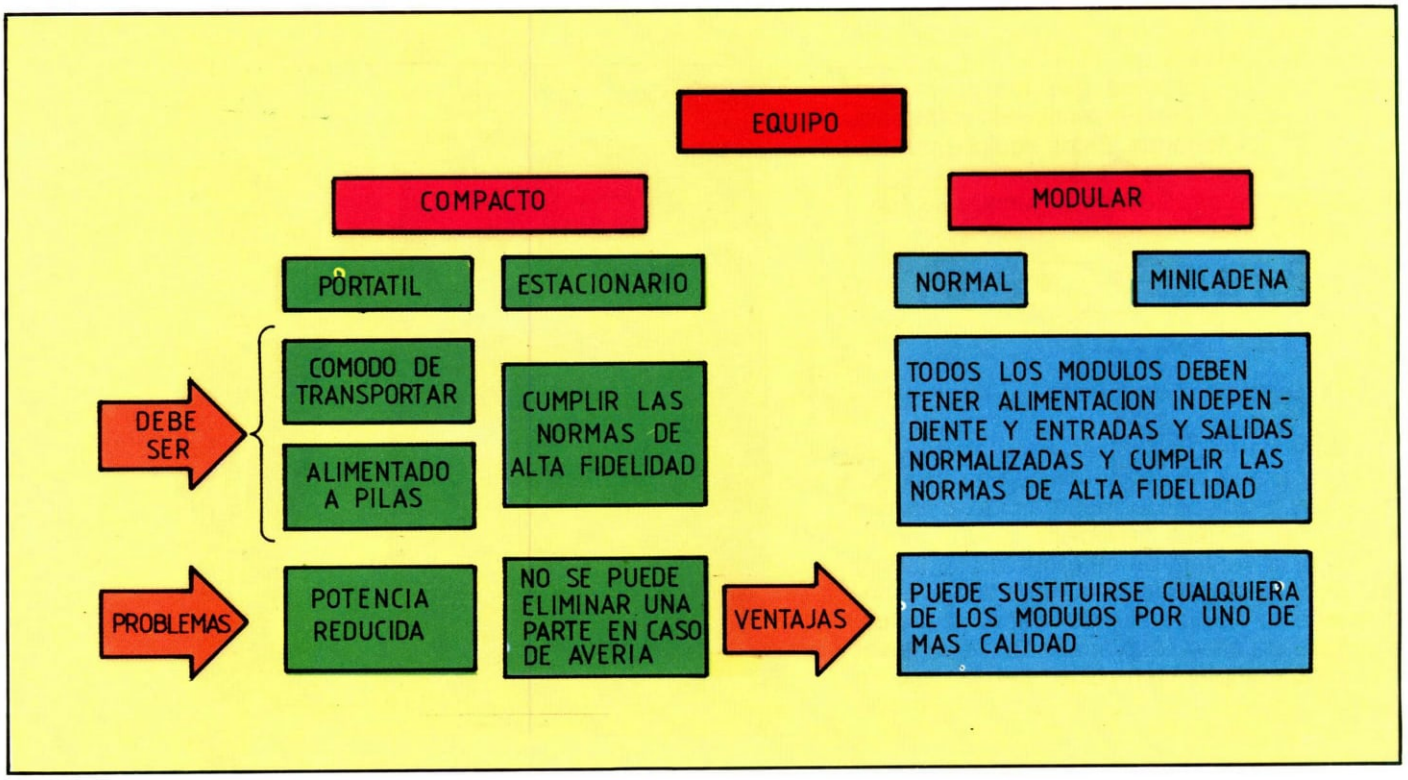
Estas fueron las primeras normas de gran difusión en Europa, posteriormente se fueron ampliando y mejorando. Obligan a definir claramente la calidad de los equipos fabricados.

Respuestas en frecuencia

Previos. El ancho de banda debe cubrir, por lo menos, desde 40 Hz hasta 16 KHz, con unas variantes máximas respecto de la frecuencia de 1 KHz de ± 1,5 dB para entradas lineales, y de ± 2 dB para las que incluyan ecualización. La medida debe realizarse para un nivel a 6 dB por debajo de la tensión nominal de salida.

Etapas de potencia. El ancho de banda debe cubrir, por lo menos, desde 40 Hz hasta

Clasificación básica de los equipos de sonido.



	Tiempo de mantenimiento	Tasa de avería	Operaciones rutinarias
Amplificador	Despreciable	Baja	—
Receptor	Despreciable	Muy baja	—
Giradiscos	Pequeño	Baja	Cambio de aguja
Casete	Medio	Alta	Cambio de cabezas, y elementos de goma
Ecualizador	Despreciable	Muy baja	—
Bafles	Despreciable	Baja	—
Cables de interconexión	Alto	Alta	Sustitución o reparación de conectores

Tabla de tiempos de mantenimiento, tasa de averías, y operaciones de mantenimiento rutinario, para un equipo de mediana calidad, utilizado en las debidas condiciones.

12,5 Hz, con una variación máxima de 0,−3 dB. La medida debe realizarse para una potencia de salida igual a la nominal.

Distorsión armónica

Previos. La distorsión máxima permitida es del 1 % para una tensión de salida igual a la nominal, y dentro del margen de frecuencias comprendido entre 40 Hz y 4 KHz.

Etapas de potencia. La distorsión máxima permitida es del 1 % para todas las potencias de salida comprendidas entre la nominal de salida y aquella que se encuentre a un nivel de −20 dB sobre la nominal, y dentro del ancho de banda dado en la respuesta en frecuencia.

Distorsión de intermodulación

La cifra máxima permitida es del 3 %, para frecuencias de prueba de 250 Hz y 8 KHz con una relación de amplitudes de 4 a 1.

Relación señal/ruido (S/N)

Previos. Se admite una cifra mínima de 50 dB referida a una señal de frecuencia 1 KHz, y para una tensión de salida igual a la nominal, teniendo que ser válida dicha medida hasta un nivel de salida a −20 dB del nominal, con una variación máxima de ± 4 dB.

Etapas de potencia. Se admite una cifra mínima de 50 dB referida a una señal de frecuencia 1 KHz y para una potencia de salida de 0,1 W (equipos mono) o de 0,05 W por canal (equipos estéteo), teniendo que ser válida dicha medida desde la potencia de salida nominal hasta un valor a −20 dB de la misma, con un variación máxima de ± 4 dB.

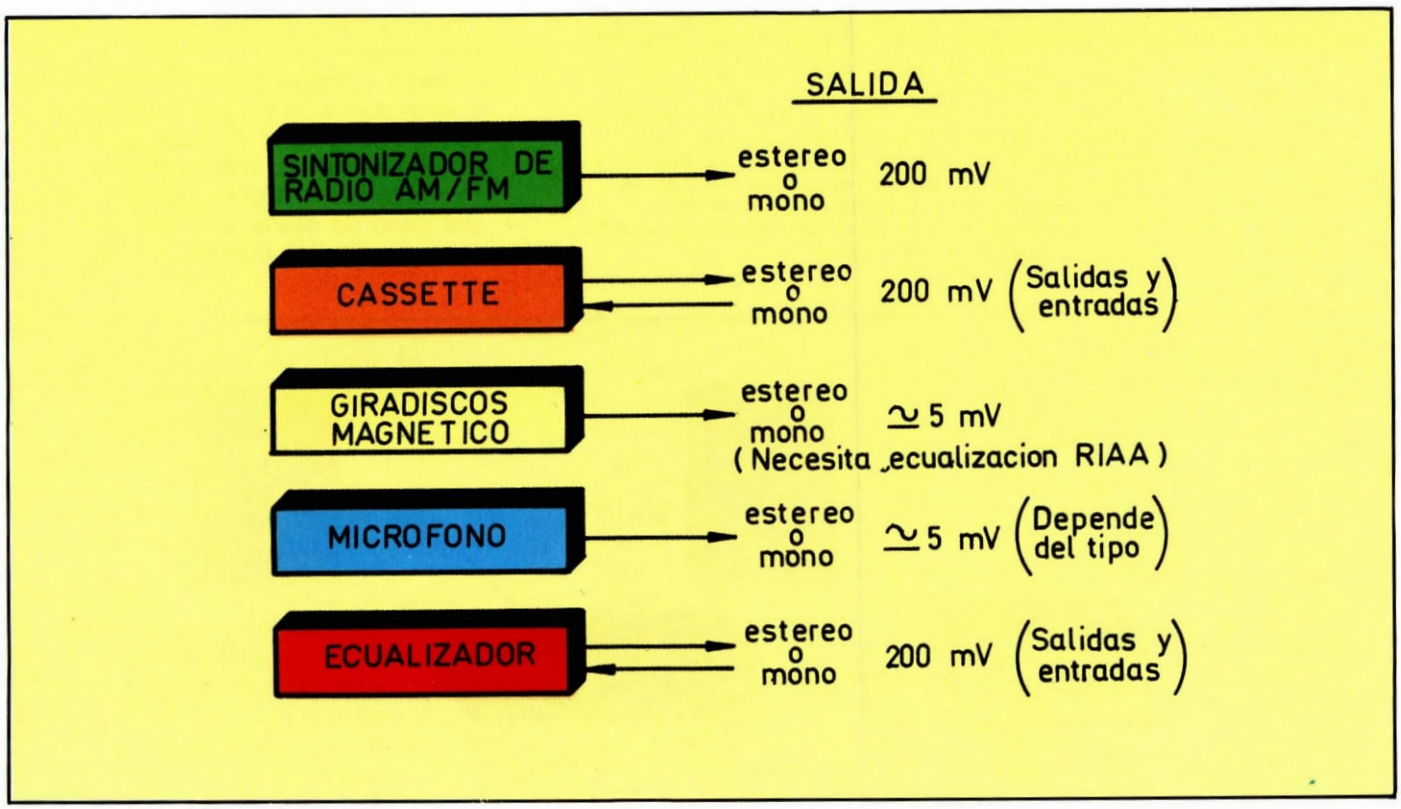
Factor de amortiguamiento

Debe tener un valor mínimo de 3, dentro del margen comprendido entre 40 Hz y 12,5 KHz.

Potencia de salida

Para equipos mono, debe ser igual o superior a 10 W, y para equipos estéreo, de 6 W por canal como mínimo. La potencia se expresará en valores eficaces, y el equipo debe ser capaz de darla durante un período mínimo de 10 minutos continuadamente.

Nivel medio aproximado de las señales proporcionadas al amplificador por las diferentes fuentes de señal.



Separación entre canales

Entre canal derecho e izquierdo. Debe tener un valor mínimo de 40 dB para la frecuencia de 1 KHz, y un valor de 30 dB para cualquier frecuencia comprendida entre 250 Hz y 10 KHz. El canal perturbador dará la tensión nominal de salida.

Entre dos entradas distintas. Debe tener un valor mínimo de 50 dB para la frecuencia de 1 KHz, y un valor mínimo de 40 dB para cualquier frecuencia comprendida entre 250 Hz y 10 KHZ. El canal perturbador dará la tensión nominal de salida.

Configuración básica de equipo de música. La utilización de módulos independientes permite adquirir el equipo poco a poco, o bien ir sustituyendo los módulos por otros de más calidad. Este equipo está pensado para un salón de tipo medio; si se quiere utilizar en un local de mayores dimensiones o en el exterior, es necesario aumentar la potencia del amplificador, y por tanto la de los altavoces, pudiendo mantenerse el resto del equipo.

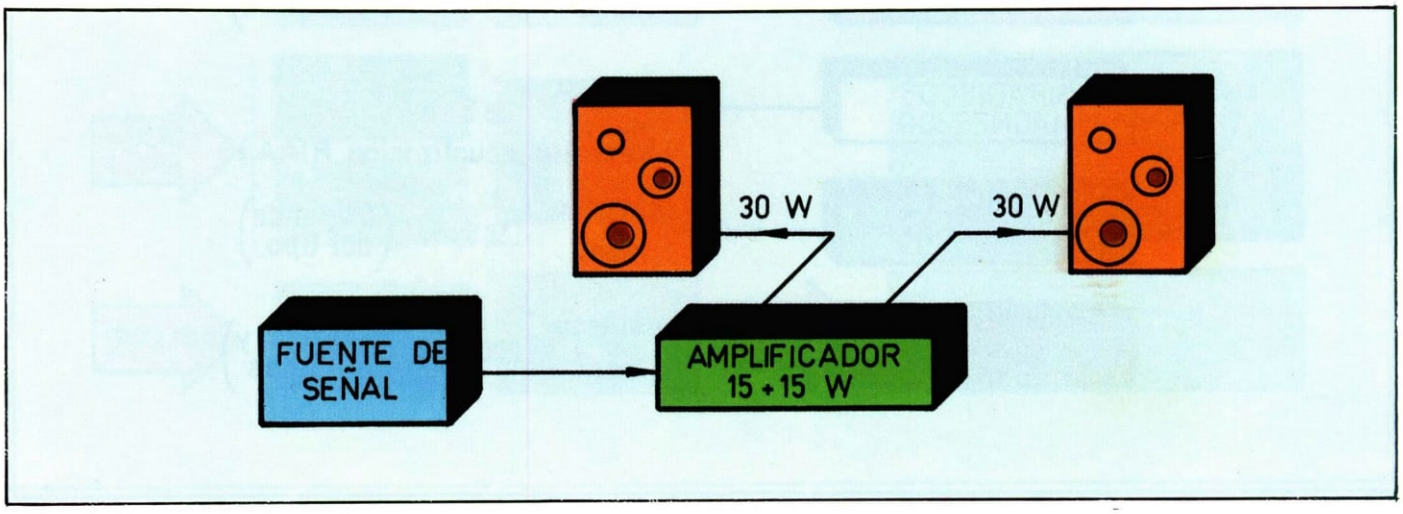
Diferencia de ganancia entre canales

Sólo para amplificadores estéreo. Se admiten diferentes no mayores de 3 dB. En caso de que exista un control de balance que permita desequilibrar la ganacia entre canales en más de 8 dB, la máxima diferencia de ganancia permitida es de 6 dB. En ambos casos la medida se hará para una tensión de salida que esté 6 dB por debajo de la nominal, y las variaciones dadas deben ser válidas dentro del margen de frecuencias comprendido entre 250 Hz y 6,3 KHz. En caso de que exista control de volumen, las medidas deben ser válidas hasta una tensión de salida a −40 dB de la nominal.

Otros datos del aparato (DIN)

Por otro lado, deben darse en las especificaciones, como mínimo, las siguientes características:

— *Tensión de entrada nominal para todas las entradas.* Es aquella que dará la tensión o potencia de salida nominales.
— *Impedancia de carga nominal.* Aquélla sobre la que se obtiene la tensión o potencia de salida nominales.
— *Impedancia de carga nominal.* Aquella sobre la que se obtiene la tensión o potencia de salida nominales.
— *Potencia de salida nominal.* En valores eficaces, y con las condiciones de distorsión y valor mínimo ya especificado más arriba.
— Como indicación suplementaria, exclusivamente como tal, puede darse la *potencia de salida musical,* que es la obtenida con la distorsión nominal y mientras las tensiones de alimentación del paso de salida se mantienen en el valor que existe cuando no hay señal.



REDES DE COMUNICACIONES DE DATOS: NORMAS Y ORGANISMOS ENCARGADOS DE DEFINIRLAS

La primera función de estas redes es asitir en la transferencia de datos entre elementos de diferentes características. Resulta esencial definir normas comunes que especifiquen exactamente las reglas por las que los distintos elementos pueden comunicarse; en otras palabras, los mensajes pueden no ser aceptados por la red, pueden perderse o pueden ser entregados en una forma completamente ininteligible.

Consideraciones para la normativa de redes de comunicación

El diseño de las redes de comunicación ha de ser tan flexible que le proporcione al diseñador múltiples soluciones. La función de las normas no consiste en limitar las posibles soluciones, sino en aportarlas de acuerdo con los requisitos externos. Las normas especifican los interfaces físicos y los procedimientos que se emplearán en el establecimiento de la conexión. Esto deja todavía libertad al diseñador para especificar su propia topología de red y las técnicas de conmutación de datos que se emplearán.

Una red de comunicaciones está diseñada con el único propósito de proporcionar los medios por los que los terminales y/o los computadores puedan comunicarse entre sí. Por tanto, no es función del diseñador de redes de comunicaciones el dictar a los fabricantes de computadores las reglas para el control de las entradas/salidas; lo que debe procurar es que la red sea capaz de trabajar con cualquier tipo de terminal o computador.

En redes pequeñas, el diseñador puede seleccionar sus propios equipos de comunicación y tratamiento de la información, y poder asegurar así que todos los equipos se encuentran integrados en un sistema en lo que se refiere a coordinación de operación.

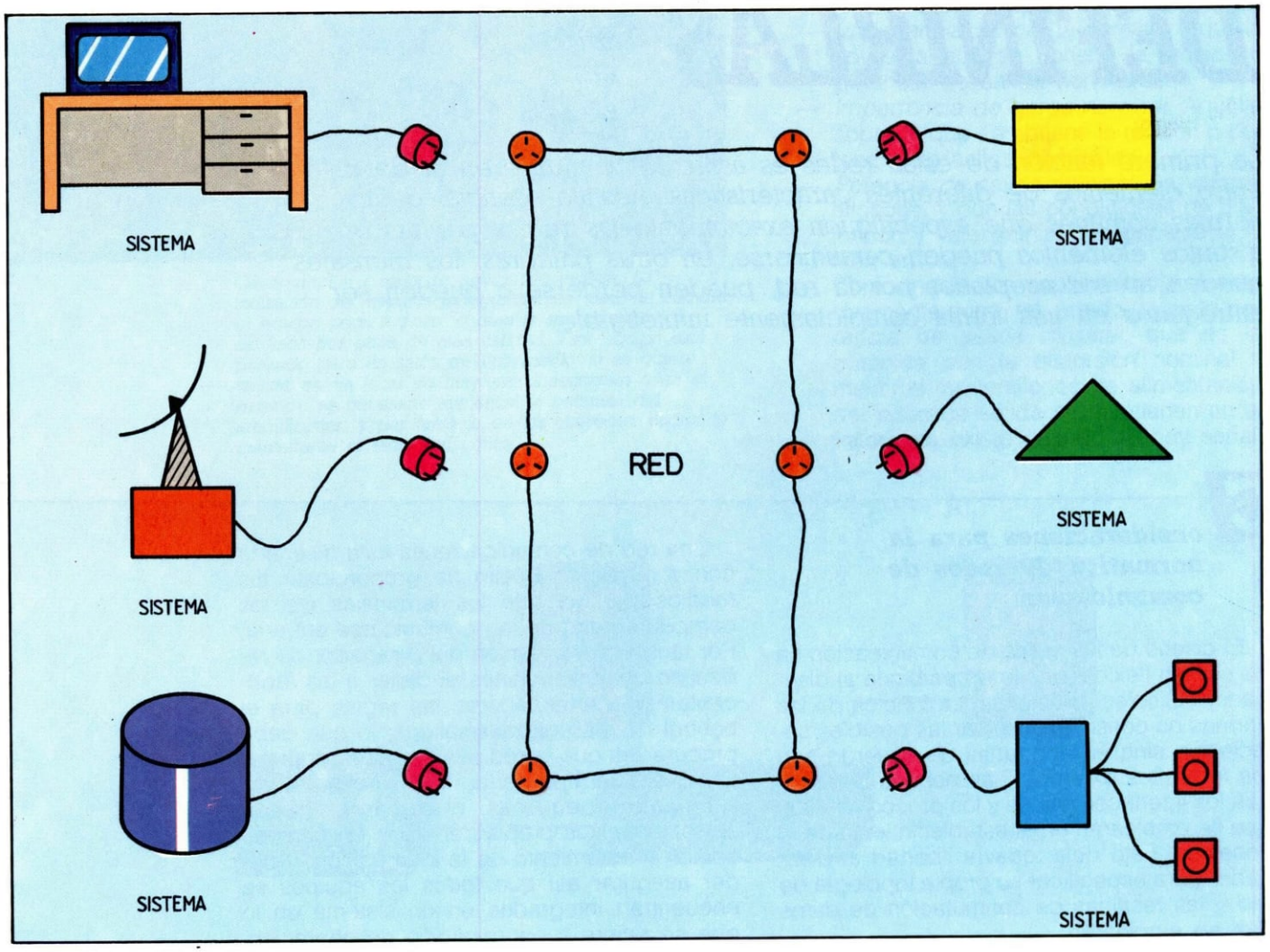
En la medida en que las redes de datos y los equipos de tratamiento crecen, resulta casi imposible seleccionar todos los equipos de un mismo suministrador, lo que deja como única solución el que los equipos utilizados trabajen de acuerdo con normas existentes. En este caso, el diseñador de redes puede sugerir a todos los usuarios que utilicen el mismo equipo de terminación del circuito de datos —ECA (modem, transductor...). Este requisito es, sin embargo, imposible de aplicar en el caso de los equipos terminales de datos —ETA (computador...), ya que cada centro de computadores puede utilizar equipos de procesamiento completamente diferentes. Para solventar las diferencias existentes se requiere que todos los formatos de transmisión cumplan las normas dadas. Si el sistema de procesamiento no puede cumplir estos requisitos sería necesario añadir un equipo interfaz que se encargue de adaptar los mensajes a los formatos de transmisión requeridos por la red.

Como ya se mencionó, cada red puede emplear su propia topología y su propio sistema operativo. La misma libertad de elección se aplica a nivel del computador de usuario, donde puede ser utilizado cualquier tipo de equipo. Resulta, por lo tanto, necesario llegar a un acuerdo internacional sobre los requisitos del interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos. Aunque este último se encuentra dentro del entorno de usuario, debe ser considerado como parte de la red.

Comunicación y protocolos

Al intercambio de información entre los componentes de un sistema se denomina *comunicación*.

Para que sea posible la comunicación es necesario establecer un lenguaje común para todos los elementos, y, como éstos no dialogan directamente sino a través de una red de comunicaciones, entre esos elementos y la red. Para establecer este lenguaje, semántica o reglas de la comunicación se estructura ésta en varios niveles, con unas reglas de comunicación determinadas en cada nivel que se denominan *protocolos*.



Completa interperabilidad entre los diferentes sistemas a través de una red de comunicaciones para la interconexión de sistemas.

Organismos encargados del desarrollo de normas para redes de comunicación

Cualquiera que se haya introducido en el campo de la normalización se habrá dado cuenta que se trata de una jungla de siglas: ISO, CCITT, IEC, EJA, ANSI, etc.

Varios de estos organismos parece que desarrollan normas dentro del mismo campo y producen documentos con una codificación extraña y peculiar. El único propósito de la normalización es el de fijar una serie de especificaciones que permitan a los fabricantes realizar equipos que puedan comunicarse entre sí. Esto implicaría ventajas en el orden de una comunicación global, promocionando el mercado, con el consiguiente beneficio económico. Sin embargo, la estructura de algunos de estos organismos hace que el esfuerzo de normalización sea bastante lento.

A. *Organización Internacional de Normalización (International Standars Organization —ISO)*

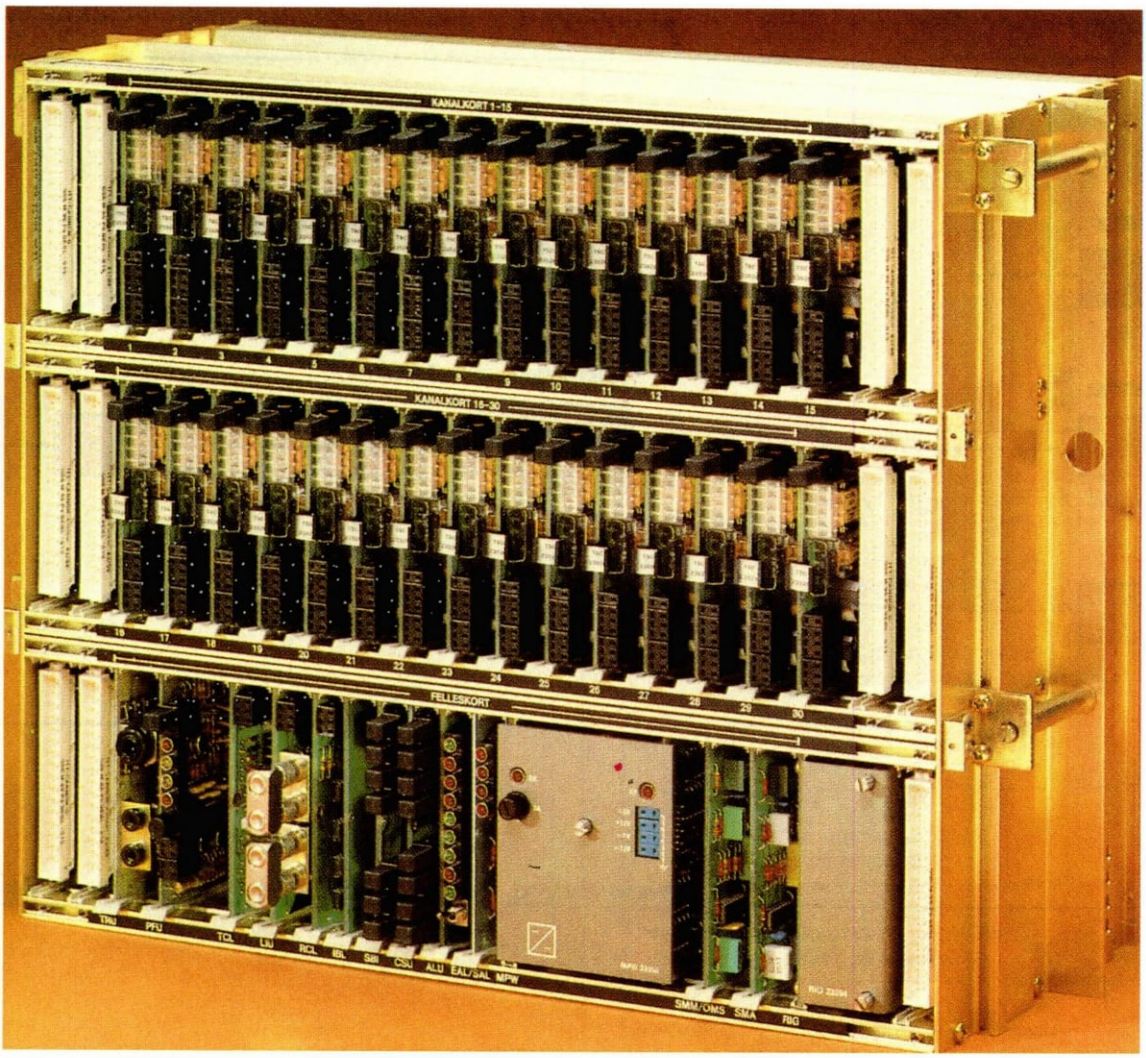
Se trata de un organismo de la UNESCO establecido en 1946. Actualmente cuenta con 70 miembros.

A rasgos generales, el enfoque del ISO es hacia el campo de las telecomunicaciones y, dentro de él, desde el punto de vista de los sistemas de información mejor que desde el de la transmisión.

En el campo de las comunicaciones de datos, el modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), plasmado en la norma ISO7498, forma la base de los trabajos posteriores. Diversos organismos han adoptado su arquitectura de niveles como punto de partida.

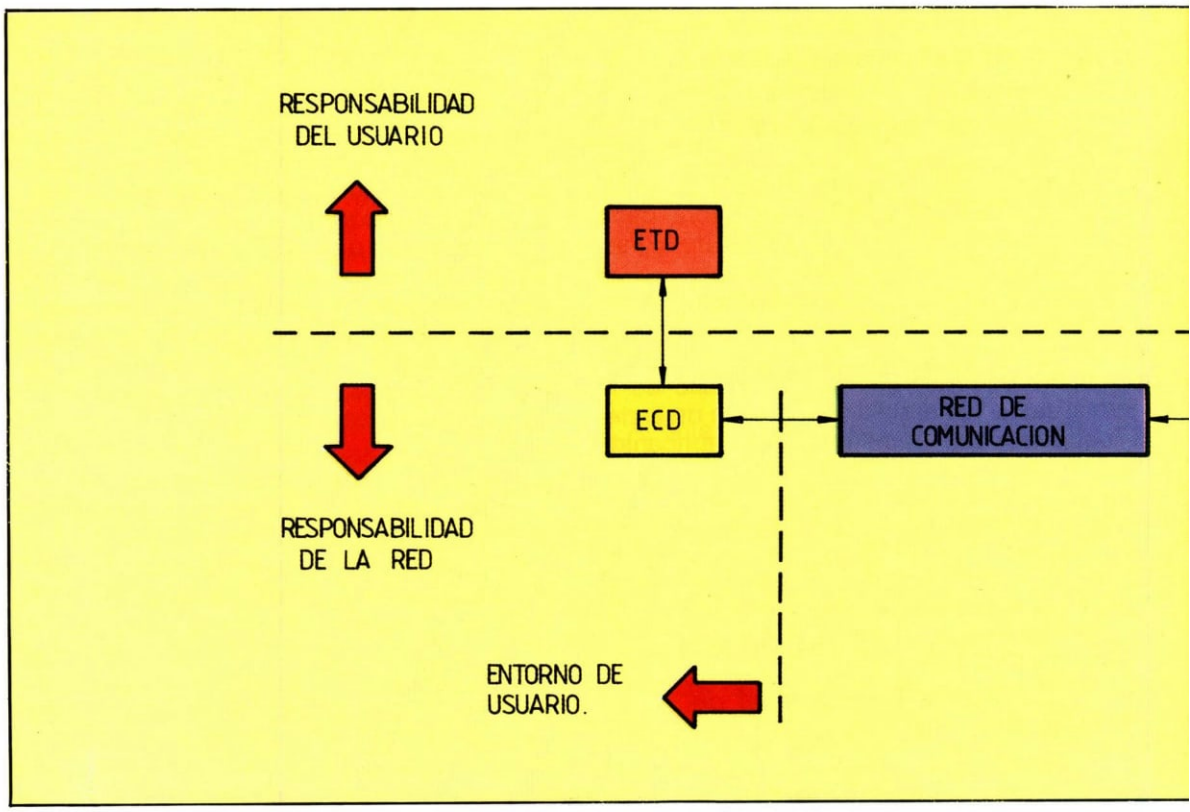
B. *Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT)*

Es una organización que juega un papel importante en las armonizaciones de las comunicaciones en todo el mundo. El CCITT, junto con el Comité Consultivo sobre Radio (CCIR) y el Comité Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), actúa como asesor técnico de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (IIU), la ITU; fundada en 1865.

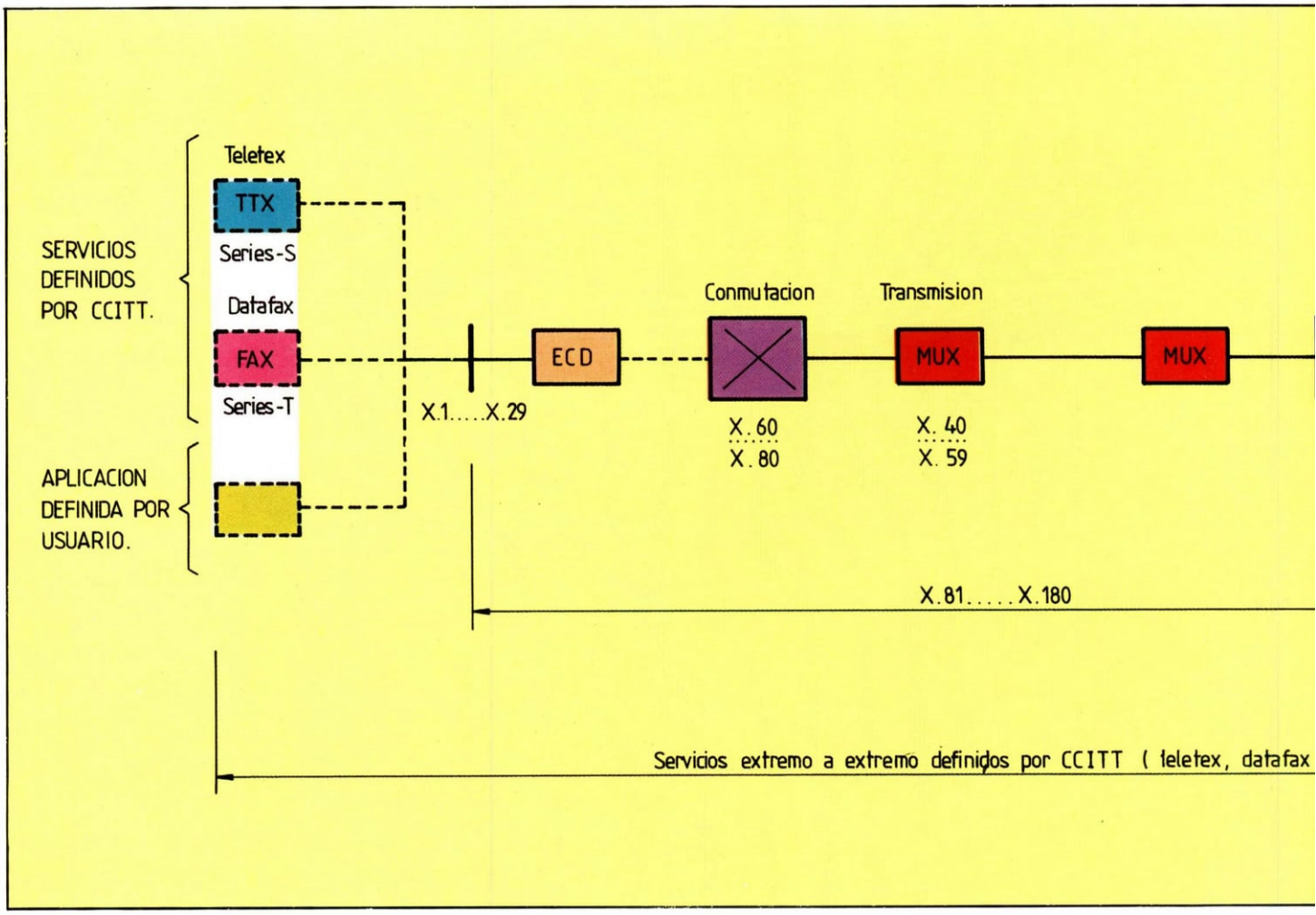


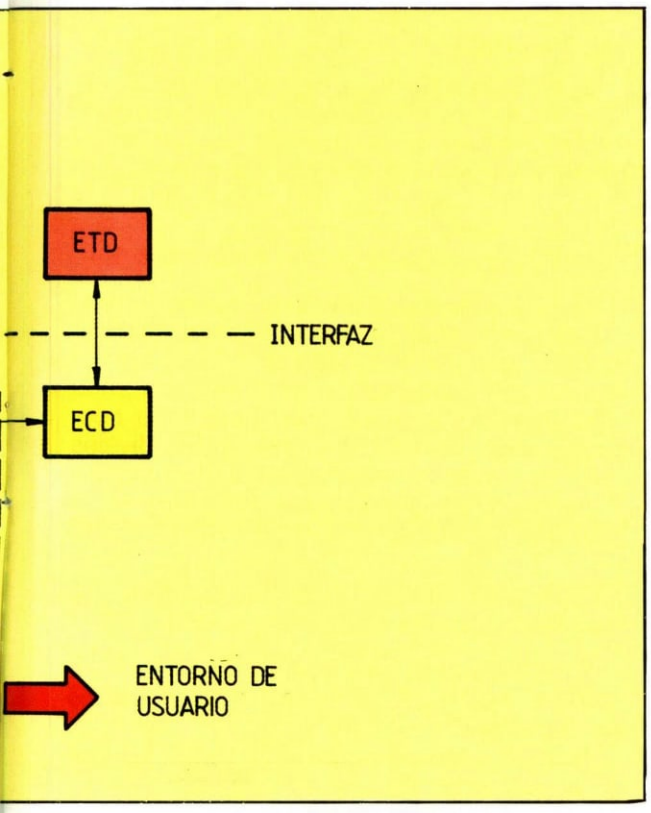
Multiplexor de 30 canales conforme a las recomendaciones G.703, G.711, G.712 y G.732 del CCITT.

Localización del interfaz entre el equipo terminal de datos (ETA) y el equipo de terminación del circuito de datos (ECA) —computador y modem— en una red de comunicaciones y que es necesario normalizar.



Esquema simplificado de una Red Pública de Datos y los servicios que soporta, indicándose las recomendaciones del CCITT aplicables en cada punto.





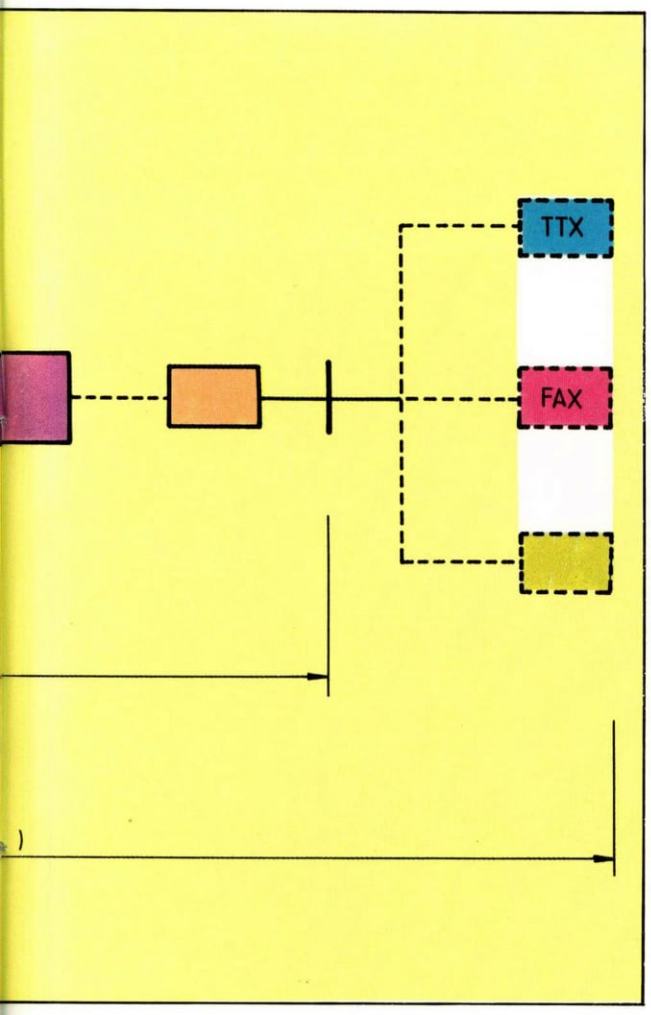
es una de las organizaciones internacionales más antiguas.

El CCITT adopta recomendaciones que tienen el rango de normas de obligado cumplimiento para los países miembros, dentro de la esfera de las comunicaciones internacionales.

Existen 15 grupos de estudio encargados de diversos aspectos de comunicaciones. Una de las principales áreas de estudio es la de Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN), dirigida a establecer mecanismos que proporcionen otros servicios, además de la voz, en las redes digitales.

Algunas áreas de reciente actividad dentro del CCITT son:

— Telefonía.
— Transmisión.
— Centrales Digitales con control por Programa.
— Almacenado (SPC),
— Sistema de Señalización.
— Datos sobre líneas telefónicas.
— Recomendaciones de la serie V.
— Redes públicas de Datos (PDN).
— Recomendaciones de la serie X., entre las que destacan X.21 (1972), X.25 (1976-1980) y X.75 (1980).



Nivel 1 Físico	*Control*	*• Eléctrico • Mecánico • Funcional* *De los circuitos de datos*
Nivel 2 Enlace de datos	*Valida el envío y recepción de tramas*	
Nivel 3 Red	*Valida el encaminamiento de mensajes entre nodos*	
Nivel 4 Transporte	*Entrega fiable de mensajes extremo a extremo*	
Nivel 5 Sesión	*Sincroniza el diálogo aplicación-aplicación*	
Nivel 6 Presentación	*Conversión de formatos, códigos y lenguajes*	
Nivel 7 Aplicación	*Aplicaciones específicas*	

— Nuevos Servicios.
— Teletex.
— Facsímil: Telefax, bureanfax y datafax.
— Videotex

Concentrado de terminables compatibles con la especificacion IEEE802 3 para el acceso a una red de comunicacion de datos

C. Instituto de Normalización Nacional de América (ANSI)

El ANSI es la entidad en la ISO. Se trata de una organización privada y que comprende a representantes de fabricantes, grupos de investigación y de normalización.

D. Asociación de Industrias Electrónicas (EIA)

Es una sociedad profesional de USA formada por industrias interesadas en establecer normas que proporcionen una base común de sus productos de cara a la relación entre vendedores y compradores. La EIA ha confeccionado normas dirigidas a los niveles más bajos de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), ampliamente utilizadas en la industria: RS232-C y RS-422.

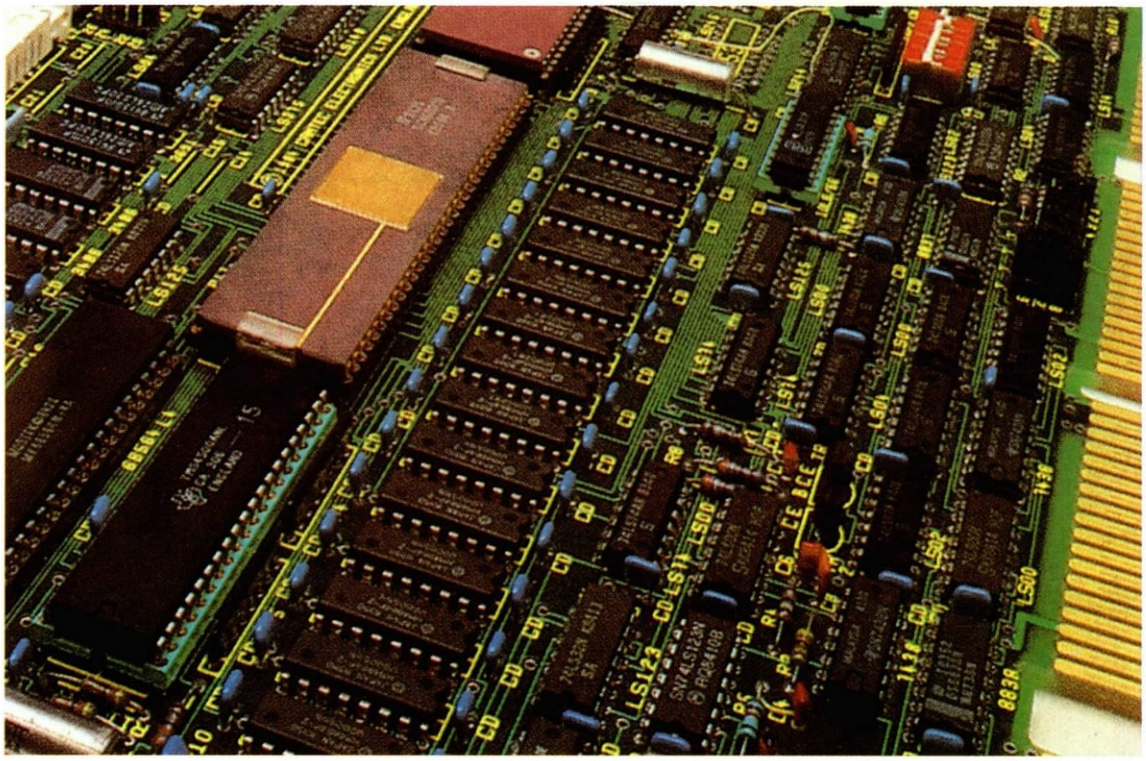
E. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)

Al igual que el EIA, se trata de una sociedad profesional USA formada por particulares de industrias y academias.

Normas conocidas de IEEE son: IEEE-488 y, actualmente, las desarrolladas por el comité IEEE-802 sobre redes de área local.

F. Asociación Europea de Fabricantes de Computadores (ECMA)

Compuesta por los veinte fabricantes más importantes de Europa, la ECMA centra su actividad en proporcionar normas de carácter regional.



Vista de una placa con la capacidad de dos puertas para el acceso de usuarios de computadores a redes según la recomendación X.25 del CCITT.

INDICE DE LOS TEMAS TRATADOS

MONTAJES

Alarma doméstica 669
Alarma doméstica para el Spectrum 109
Alimentación estabilizada para automóvil 809
Amplificador Booster para automóvil 89
Amplificador estéreo para Walkman 309
Amplificador estereofónico de 2 + 2 vatios 595
Amplificador de potencia 875
Antirrobo codificado de automóvil 589
Barrera de luz invisible 435
Caja de conexiones para el Spectrum 169
Capacímetro digital 629
Cargador de baterías 569
Cargador de pequeñas baterías 729
Comellamadas 689
Comprobador de transistores 249
Control de tonos 889
Control digital para dos motores 649
Control para timbres 929
Control remoto por infrarrojos 989
Convertidor estático 12 DC - 220 AC 489
Cuentavueltas para casete 349
Cuentavueltas programable 369
Duplicador de casetes para ZX-81 75
Economizador de gasolina 189
Ecualizador 757
Encendido electrónico 609
Flash electrónico 1.009
Frecuencímetro digital 709
Fuente de alimentación 269
Fuente de alimentación para amplificadores de alta fidelidad 869
Fuente de alimentación universal 469
Generador de baudios programable 415
Generador de funciones 449
Generador programable de impulsos 849
Iluminación espectacular automática 409
Indicador de potencia 253
Indicador del estado eléctrico del automóvil 29
Intercomunicador, Un sencillo 35
Intercomunicador para motoristas 933
Interfaz RS 232/V 24 para ZX-Spectrum 329
Interfaz universal para Spectrum 209
Interruptor diferencial 133
Lotería primitiva 529
Luxómetro digital 389
Mezclador de cuatro canales 535
Miniórgano 829
Percusión electrónica 949
Polímetro digital, Construye tu 5
Previo para guitarra 509
Previo universal 893
Reactancia 9/12 V CC para fluorescente de 5 ó 6 W 769
Regulador de luz por tacto 475
Regulador de velocidad para taladradora 429
Relé de estado sólido 175
Ritmo cardíaco, Un Spectrum para analizar su 49
Robot riega macetas 735
Secuenciador luminoso 969
Sensor de conductores eléctricos 815
Servomotor 289
Sonda lógica de tensión 775
Telemando a través de red eléctrica interior 789
Temporizador fotográfico 909
Temporizador para ZX-Spectrum y ZX-81 149
Temporizador programable 549
Termómetro luminoso 69
Termómetro para polímetro 229
Tester con altavoz 129
VCO de precisión para audio 295

TEMAS

Amplificador operacional como oscilador, Utilización del ... 939
Realimentación.
Oscilador en puente de Wien.
Oscilador RC.
Oscilador de relajación.
Generador de onda cuadrada.

Amplificadores operacionales, Diseños con ... 639
Seguidor de tensión.
Amplificador de tensión del inversor.
Amplificador inversor para la banda de audio.
Amplificador de tensión no inversor.
Amplificador no inversor para la banda de audio.
Sumador inversor de señales analógicas.
Mezclador de señales de baja frecuencia.

Circuitos híbridos, Los ... 699
Proceso de obtención de un circuito híbrido.
Materiales de un híbrido.

Circuitos integrados, Fabricación de ... 555
Proceso de fabricación.
Transistores.

Diodos.
Condensadores.
Resistencias.
Cortado y encapsulado.

Circuitos impresos, Fabricación de 577
El diseño de las pistas.
La fabricación del circuito impreso.
El resultado final.

Código máquina, Lenguajes en 1017
Bits y Bytes.
Numeración hexadecimal.
Editor y ensamblador.

Color, La señal de 421
Mezcla aditiva.
Crominancia.
Sistemas de TV en color. NTSC.
Sistema PAL.
Sistema SECAM.

Comunicaciones ópticas: Fibra óptica 839
Fibra óptica.
Proceso de producción de una fibra óptica.

Condensadores, Carga y 97
¿Qué es el condensador?
El papel del dieléctrico.
Condensadores más usados en la industria.

Conversión A/D y D/A, Técnicas de 179
Conversor analógico-digital (A/D).
Aplicaciones.

Conversión CA/CC 301
Tipos de rectificadores.
Rectificación monofásica.
Valores eficaces.
Rectificador de onda completa.
Otros tipos de rectificadores.
Rectificación polifásica.

Conversión DC/AC 457
Evolución histórica.
Principio de funcionamiento.
Convertidor para potencias elevadas.
Conversión CC-CC.
Aplicaciones.

Corriente alterna, Medidas de 197
Medidas en alterna.
Voltímetros y amperímetros electrónicos.
Aparatos de medida digitales.

Cristales de cuarzo 859
Efecto piezoeléctrico.
Circuito equivalente.
Características de los cristales de cuarzo.
Circuitos con puertas.

Estabilizadores de tensión 539
Circuitos estabilizadores discretos.
Estabilizadores paralelo.
Estabilizadores serie.
Reguladores integrados.

Filtros activos 779
Generalidades.
Filtro paso bajo.
Filtro paso alto.
Filtro paso banda.
Filtro banda eliminada.

Filtros: ideas básicas, Los 749
Configuraciones básicas de filtros.
Filtros LC.
Filtros RC.
Filtros activos.

Filtros para rectificadores 317
Tipos de filtros.
Tipos de filtros pasivos.
Características de los distintos tipos de filtros.

Impedancias, Adaptación de 139
Una pequeña incursión en la teoría.
Potencia transmitida.
Algunas ideas importantes.
Un ejemplo práctico para todos.

Información, Protección de la 797
Soluciones.
Equipos electrónicos de cifrado.
Protección de la voz.
Cifrado en el dominio de la frecuencia.
Cifrado en el dominio del tiempo.

Joule, Ley de 119
Fuerza, energía y potencia.
Cálculo de la potencia y unidades.
Definición de la ley de Joule.
Aplicaciones de la ley de Joule para medidas de potencia en corriente continua.

Memorias digitales, Las 657
Memorias RAM.
Memoria ROM.
Memoria PROM.
Memoria EPROM.
Memorias EEPROM y EAROM.

Ohm en la práctica, Ley de 79
Ley de Ohm.

Operacionales, Introducción a los 619
En busca del operacional ideal.
Parámetros más utilizados.

Ordenador básico, El 443
La máquina de Von Newman.
Unidad Central de proceso.
Canales.
Bit.
Memoria principal.
Unidad aritmética-lógica (ULA).
Unidad de control.
Bus.
Hardware, software y firmware.

Osciloscopio, Representación de señales en el 357
Esquema de bloques del osciloscopio.
Representación de señales analógicas.
Representación de señales digitales.

Osciloscopio (base de tiempos) 519
Estructura de la base de tiempos.
Aplicaciones.

Pilas y baterías 967
Clasificación.
Baterías no recargables.
Baterías recargables.

Polímetro, El 19
Medidas de tensión de c.c.
Medidas de tensión de c.a.
Medidas de intensidad.
Medidas de resistencia.
Tensión de prueba.

Polímetro y la medida de condensadores, El 219
Medida de condensadores con un polímetro no preparado.
Medida de condensadores con polímetros que poseen esta función.

Potenciómetros, Los 879
Potenciómetros.
El divisor de tensión.
Leyes de variación.
Potenciómetros ajustables.
Potenciómetros variables.
Potenciómetros multivuelta.
Selección de potenciómetros.

Puentes de medida 277
Puente de Wheatstone.
Puente de Maxwell.
Puente de Schering.

Reactancia inductiva y capacidad 237
Tensiones y corrientes variables.
Concepto de reactancia.

Fenómenos eléctricos y magnéticos en bobinas y condensadores.
Relación entre tensión y corriente.

Rectificadores de precisión 977
Modelo básico de rectificador con A.O.
Rectificador de precisión de media onda.
Rectificadores de precisión de onda completa.

Relés, Los 679
Características de un relé electromagnético.
Tipos de relés.

Resistencias, Clases de 39
Clasificación de resistencias.
Resistencias pirolíticas.
Resistencias de película metálica.
Resistencias bobinadas.
Tipos especiales.

Resistencias sensibles a la temperatura 741
Resistencias NTC.
Presentaciones comerciales.
Utilización.
Resistencias PTC.
Presentación.
Aplicaciones.

Resistencias LDR 999
Fabricación.
Aplicaciones.

Ruido en HI-FI, Reducción de 159
Ideas teóricas.
Sistema DNL.
Sistema DBX.
Sistema Dolby.
Sistema Telcom.
Sistema autocorrector Phase Linear.

Soldadores especiales 59
Soldadores tipo lápiz.
Soldadores termorregulados.
Soldadores termorregulados portátiles.
Soldadores con aporte automático de estaño.

Tiristor, El 399
Control de tiristores.
Características de un tiristor.

Tiristores, Locomotoras con sistema «chopper» a 819
¿Qué es el chopper?
Circuito de extinción.
Régimen de frenado.

Transformador de alimentación 717
Relación de transformación.
Transformador ideal.
Caída de tensión.
Rendimiento de un transformador.
Autotransformadores.
Núcleos.
Un consejo práctico.

Transformadores, Diseño de pequeños 899
Diseño.
Fórmulas para el diseño del transformador.
Ejemplo práctico.

Transistor en circuito analógicos, El 379
Funcionamiento del transistor en el campo analógico.
Configuraciones básicas.
Aplicaciones generales.

Transistor en el campo digital, El 499
Lógica positiva y negativa.
Estados de corte y saturación.

Transistor uniunión 917
Descripción.
Funcionamiento.
Circuito básico de un oscilador UJT.
Formas de onda.

Transistores, Funcionamiento de los 257
Constitución física de los transistores.
Funcionamiento del transistor.

Transistores de efecto de campo, FET y MOS 601
Curvas características.
Aplicaciones de los FET.
Transistores MOS.
MOS de acumulación.
Funcionamiento básico del MOS.
MOS de deplexión.

Triac y diac 479
Disparo del triac.
Curvas características del triac.

Vídeo, La señal de 337
Reflexión.
Sincronismo y borrado.
Exploración entrelazada.
Compatibilidad color-B/N.
Señal compuesta de color.
Burst o salva.

COMPONENTES

555 Utilización para obtención de retardos de tiempo con precisión. Terminales de disparo y reset 183
2764 Memoria EPROM de 64 K 1021
4001, 4011 Circuito integrado fabricado en tecnología CMOS. Muy baja potencia consumida; alta inmunidad al ruido; tensión de alimentación no crítica 43
4002, 4012 Dos puertas NOR y dos puertas NAND, respectivamente, con cuatro entradas 163
4007 Una pareja de transistores CMOS y un inversor 241
4013 Doble oscilador biestable tipo D 383
4017, 4024 Contadores integrados 501
4047 Circuito integrado para la construcción de multivibradores estables o monoestables 963
4066 Circuito integrado bilateral con cuatro interruptores electrónicos independientes 823
4093 Cuatro puertas NAND de dos entradas con disparador Schmitt 303
4538BC Circuito integrado con dos multivibradores monoestables de precisión 1003
4543 Decodificador BCD a 7 segmentos con latch 979
54/7485, 54/74L85, 54/74LS85, 54/74HC85 Comparadores de magnitud de 4 bits 883
6502 Microprocesador
Microprocesador de 8 bits de la casa Rockwell 783
7473, 7474 Dobles biestables J-K y D(Data), respectivamente. 941
7800 Serie Reguladores fijos de tensión positiva 123
7900 Serie Reguladores de tensión 143
8038 Generador de ondas 461
54HC521/74HC521 Detector de igualdad de 8 bits 921
74C925, 74C928 Contadores de cuatro dígitos 621
74HC181 Unidad aritmética lógica. Capacidad de carga 10 LS-TTL .....
74HC259, 74HC251 Demultiplexador y multiplexador de 8 líneas 483
74HC4060 Contador de estados binarios de 14 etapas 843
74LS125, 74LS126 Cuatro buffers con salida triestado 341
ADC 0800 Convertidor analógico digital de 8 bits 703
BZY88 Serie Diodos Zener 721
CA3058, CA3059 Interruptor de paso por cero de tensión ... 425
Diodos Los pequeños 681

ICM7555 Utilización para obtención de retardos de tiempo con precisión. Tecnología CMOS 201
LM124 Serie Cuatro amplificadores operacionales independientes 279
LM382 Amplificador operacional de bajo ruido 361
LM386 Amplificador de potencia para aplicaciones de audio en baja tensión 101
LM565 Bucle de enganche de fase 403
LM1877 Doble amplificador de potencia 441
A723C Regulador de tensión de precisión 603
A741 Amplificador operacional monolítico de altas características 81
MOSTEK 50816 Convertidor analógico-digital. Tecnología CMOS. 8 bits de salida digital y 16 canales de entrada analógicos multiplexados 753
MSA7 Optoacoplador por reflexión luminosa 321
NE567 Decodificador de tono y frecuencia 801
Rectificadores de potencia 643
SN7400, SN74LS00 Cuatro puertas NAND de dos entradas 263
TBA120 Amplificador simétrico de seis etapas con demodulador simétrico de coincidencia para amplificación, limitación y demodulación de señales de frecuencia modulada 63
TDA 2002 Amplificador integrado de baja frecuencia 23
TDA 2030 Circuito integrado monolítico para la construcción de etapas amplificadoras para señales de baja frecuencia 861
Tiristores, triacs y diacs 661
TL08X Amplificadores operacionales con entrada JFET 521
Transistores para alta frecuencia 581
Transistores para baja frecuencia 543
Transistores para baja frecuencia 559
UAA 170, UAA 180 Visualizadores de magnitudes analógicas 223
Z80, Microprocesador Cerca de ocho mil transistores integrados en un chip 743

APLICACIONES

A. M. Transmisión y recepción 585
Modulación y demodulación.
Modulación de amplitud.
Recepción.

Alta fidelidad en el automóvil 525
Reproductor de casetes.
Amplificador.
Ecualizador.
Altavoces.

Altavoces y pantallas 985
Altavoces dinámicos.
Altavoces electrostáticos.
Altavoces piezoeléctricos.
Pantallas acústicas.

Analizadores lógicos 945
Finalidad de estos equipos.
Partes de un analizador lógico.
Sección de control y representación en pantalla.
Ultimos modelos.

Antenas 325
Propagación.
Frecuencia de transmisión.
Parámetros de una antena.
Campo de una antena en el espacio libre.
Potencia aparente radiada.
Antenas de recepción.
Arrays de antenas.
Antena yagi.

Antenas colectivas 785
La antena o elemento captador.
Los amplificadores.
Distribución o reparto.
Cálculo de una instalación colectiva.
Ejemplo práctico de cálculo.

Anuncio de señales y frenado automático 847
Constitución del sistema ASFA.
Descripción técnica de las balizas.
Unidades de conexión.

ASFA. Equipo del vehículo, Sistema 905
Construcción del equipo.
Descripción técnica.
Principio de funcionamiento.

Aterrizaje por instrumentos, Sistemas de 705
Localizador.
Senda de planeo.
Aterrizaje instrumental.
Sistema de aterrizaje por microondas MLS.

Cajas negras de los aviones, Las desconocidas 725
El FDR (Flight Data Recorder).
El VCR (Cockpit Voice Recorder).

Cámaras de vídeo 125
Estructura básica de una cámara.

Casetes de audio para almacenar datos 65
Grabación de señales.
Circuitería.
Programas controladores y organizadores de la transmisión.

Componentes de los robots 205
Actuadores hidráulicos y neumáticos.
Actuadores eléctricos.
Motores paso a paso.
Alimentación de los motores paso a paso.

Componentes CMS 867
Los SMD.
Ventajas del montaje superficial.

Compu-robot, El 245
El teclado.
Forma de programación.
El manual de uso y mantenimiento.

Conexiones en audio 47
Tipos de conectores más usados en la actualidad.
Conexiones entre equipos de una cadena de audio.

Conexiones en vídeo 225
Aclarando ideas.
En resumen.
Cables utilizados.
Conectores más utilizados.

Control de velocidad en un robot 356
El control de los motores.
Los transductores.

Displays: Tipos y aplicaciones 167
Displays de descarga de gas.
Displays fluorescentes.
Displays de diodos Led.
Displays de cristal líquido.

Electrónica en el automóvil, La 147
El sonido de alta fidelidad.
La electrónica controla el motor.
Alarmas electrónicas.
El futuro está cerca.

Emisores, detectores y receptores ópticos 887
Emisores ópticos.
Detectores y rectores ópticos.
Receptores.
Aplicaciones.

Energía solar, La 105
Formas de captar la energía solar.

Obtención directa de energía.

Grabación de la señal de vídeo 427
Cabezas giratorias. Sistema transversal.
Grabación helicoidal.
¿Qué señales se graban?

Grabación en cinta magnética 283
El registro magnético.
La cinta magnética.
Cabezas magnéticas.
Velocidad de la cinta.
Banda ancha.
Polarización.

Gran potencia de audio, Sistema de 547
El amplificador de potencia.
El equipo de altavoces.
Otros componentes asociados.
Aplicaciones.

Impresoras 827
Tipos de impresoras.
Características técnicas de una impresora.
Características técnicas de conexión con el ordenador.

Instalación de TV vía satélite. Antenas 923
Las antenas parabólicas.
Unidad exterior (conversor).
Polarización de las señales vía satélite.
Montaje e instalación del conjunto de antena.
Cálculo del ángulo de azimut.
Angulo de elevación.

Instalación de TV vía satélite. Unidad interior y exterior ... 959
Unidad interior o sintonizador.
Unidad interior de sintonía fija.
Unidad de sintonía variable.
Adaptación de las señales procedentes de la unidad interior.
Resumen final.

Magnetoscopio doméstico 465
Funcionamiento básico.
Utilidades prácticas.
Equipo portátil o estacionario.
Sistemas utilizados en magnetoscopios domésticos.
¿Puede un magnetoscopio utilizarse en cualquier país?
Mantenimiento.

Memorias de masa 765
Discos rígidos.
Discos flexibles.
Ventajas e inconvenientes de los dos tipos.
Unidades de cinta magnética.

Modulación de frecuencia 747
Modulación con un tono.
Número de canales.
Detección de FM.

MSX: Un estándar 407
Los comienzos.
Especificaciones MSX.
Presente y futuro del MSX.

Optoacopladores, Aplicaciones de los 1025
Acoplador óptico.
Amplificador de aislamiento con acoplamiento óptico.
Amplificador de aislamiento integrado.

Ordenadores, minis y micros 685
Los ordenadores digitales.
Miniordenadores.
Microordenadores.

Ordenadores personales de uso doméstico 267
Estructura.
Los personales de uso doméstico.
Aplicaciones generales.

Posicionamiento del brazo, El 485
Motores paso a paso.
El control de posición en motores de corriente continua.
Sensores de posición.
Sensores digitales.
Detectores analógicos.

Radar, El 647
El radar básico.
La pantalla de radar.
Radar secundario SSR.
Radares de seguimiento.

Radio en el automóvil, La 447
La antena.
Los parásitos.
La radio.
Altavoz.

Recepción de TV vía satélite 607
Radiodifusión directa vía satélite.
La estación receptora.
La radiodifusión por satélite aplicada a España.

Registro de sonido en disco 625
Procedimientos de grabación de un disco.
Disco en audio digital.
Comparaciones y tendencias.

Registro del sonido 385
Grabadoras de cinta.
Equipos de casete.
Grabación de carrete abierto.
Proceso del registro de sonido en cintas magnéticas.

Robótica, Introducción a la 85
Una primera definición.
Ayudas en el desarrollo de la robótica.
Estructura de un robot.

Robótica: Síntesis de voz 565
Fundamento de los sintetizadores de voz.
Sistemas de codificación del sonido.
Sistema de codificación de parámetros.
Aprendizaje.

Sonar, El 805
Generalidades.
Sonares de eco de alcance.
Sonares de escucha pasiva.
Otras aplicaciones.

Teléfono, El 507
Desarrollo técnico.
Aparato telefónico automático.
Aparatos electrónicos.
Aparato telefónico digital.

Transmisión de datos 187
Creación de un sistema de transmisión de datos.

Transmisión de datos. Modem 345
Modulación y demodulación.
Estructura general de un modem.
El interfaz.
Aplicaciones.

Tubo de imagen para color 1005
Tubo en Delta.
Tubos In Line.
Tubos trinitrón.

VERBOT: Un robot educativo 25
Instrucciones de funcionamiento. Aprenda a programarlo.
Mecanismos.
Control de desplazamiento.
Aspectos constructivos y precauciones.
Conclusión.

Visión artificial en robots 665
Sistema de visión.
Interfaz.
Proceso de la información.
Tratamiento en frecuencia.

ZX Spectrum, El 307
Memorias.
Controlador de entrada/salida (ULA).
Descripción de buses.
Estructura de la programación contenida en la ROM.

FE DE ERRATAS

A pesar del enorme cuidado, y de las medidas correctoras empleadas durante todo el proceso de fabricación de los prototipos de los montajes, y la elaboración de los artículos de una obra de este tipo, es normal que se produzcan algunos errores, que una vez localizados deben ser puestos en conocimiento del lector, quien sin duda ya habrá detectado la mayoría de ellos, siendo, al igual que nosotros, víctima de los «duendes» de las letras y los circuitos. A continuación se presentan las erratas advertidas, y algunos dibujos, con sus correspondientes correcciones.

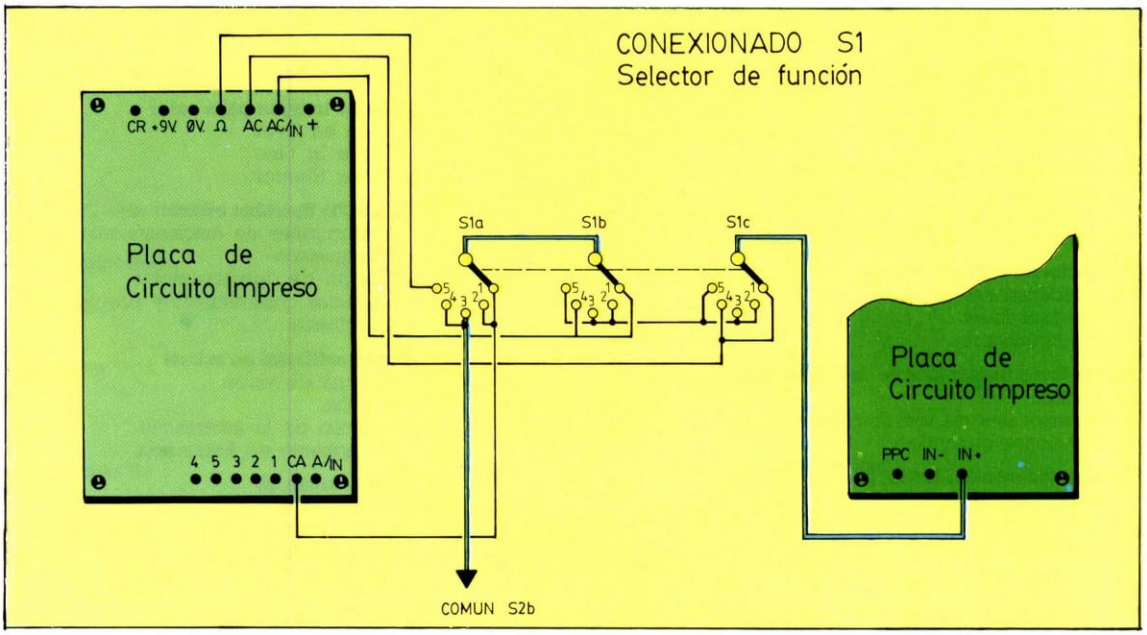
Pág. 36:
Sustituir el cuadro.

TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS DEL INTERCOMUNICADOR

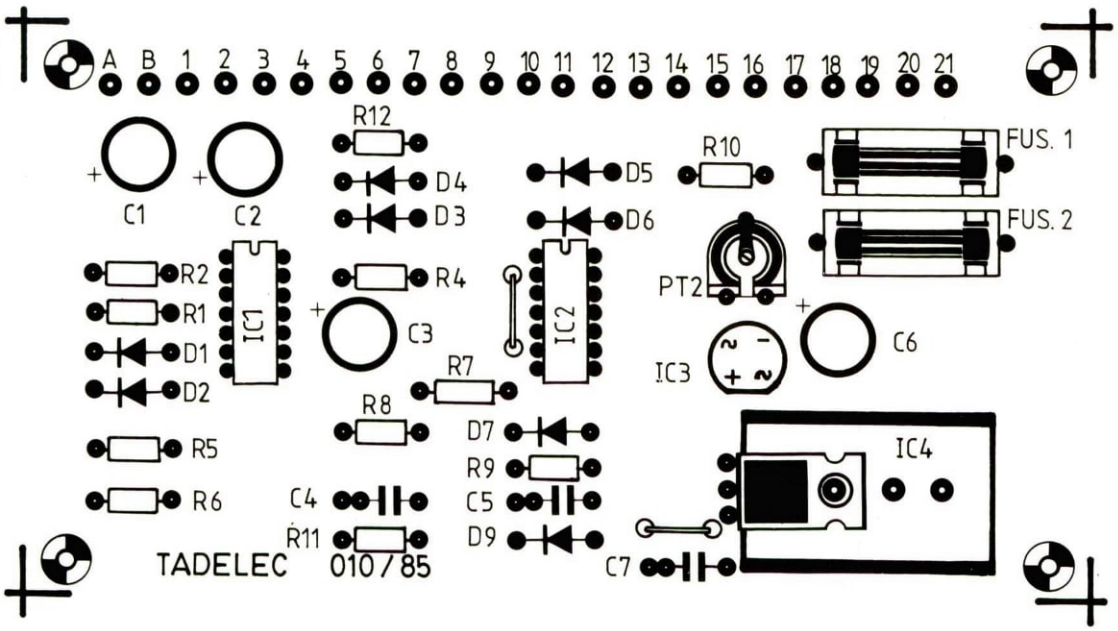
Tensión de alimentación	9 V.
Consumo en posición ESCUCHA	nulo.
Consumo mínimo en posición HABLA ..	9 mA.
Consumo medio en posición HABLA ...	40 mA.
Distancia máxima recomendable	100 m.
Tipo de cable entre estaciones	2 hilos.
Indicación luminosa de HABLA	por Led.

Pág. 77:
Sustituir el pie de la foto 5.
Aspecto final del equipo montado, el cual ha sido previamente ajustado antes de cerrar la caja siguiendo las indicaciones dadas en el texto. Se ha señalizado la función de cada elemento del panel y el Led verde se activa con las señales empleadas para la transmisión de los datos.

Pág. 134:
En el esquema del detector de fugas, se observa que RL1 va conectado a masa, siendo incorrecto y sobrando esta conexión. El circuito impreso es correcto, pero las fotografías han sido hechas con un prototipo anterior al definitivo, por lo que se puede observar alguna diferencia. Estos cambios, que afectan sólo a nivel de colocación de componentes, han sido realizados para mejorar la respuesta del equipo Para que no haya confusión publicamos más adelante la serigrafía de los componentes en su disposición final.



Conexionado del selector de función del polímero digital, pág. 5



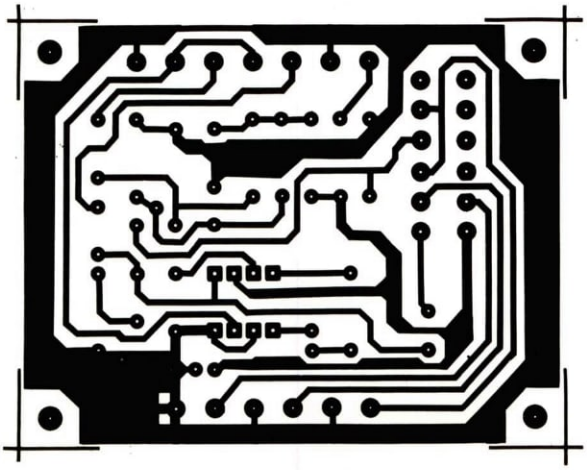
Serigrafía de componentes correspondiente al circuito impreso de la pág. 136.

Pág. 138:
Lista de componentes.
Donde dice: IC2-Circuito integrado CD 4011.
Debe decir: IC2-Circuito integrado CD 4011B.

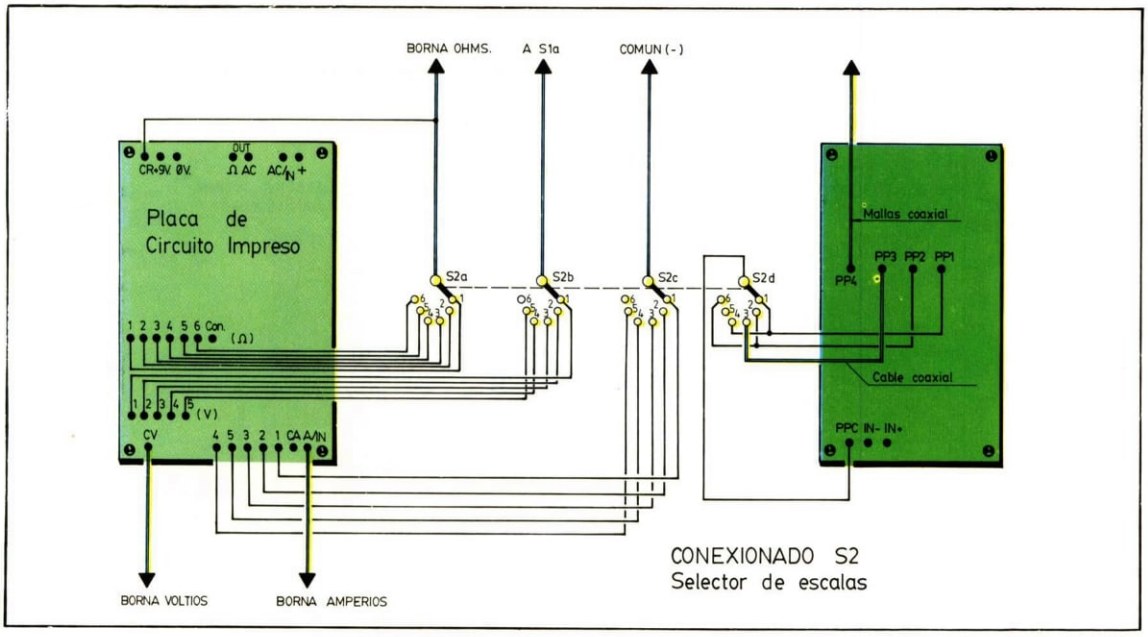
Pág. 168:
Donde dice: Ddisplays de diodos Led.
Debe decir: Displays de diodos Led.

Pág. 217:
Lista de componentes. Faltan las siguientes li neas:

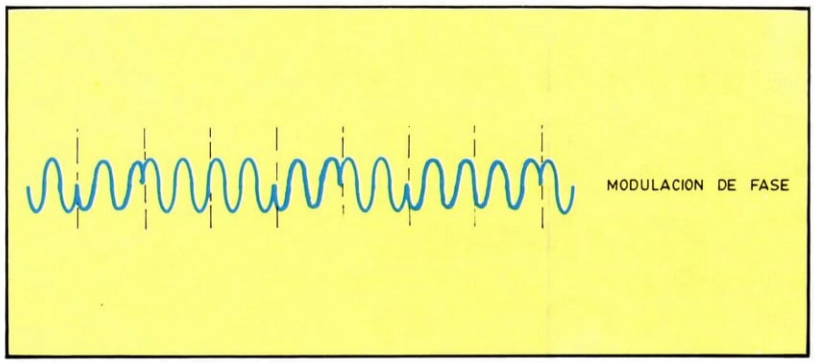
VARIOS
— RL: relé reed de 5 V/1 circuito.
— S1: interruptor miniatura.
— Zócalos para circuitos integrados: 1 de 16



Circuito impreso del intercomunicador. (Escala 1:1), pág. 34.

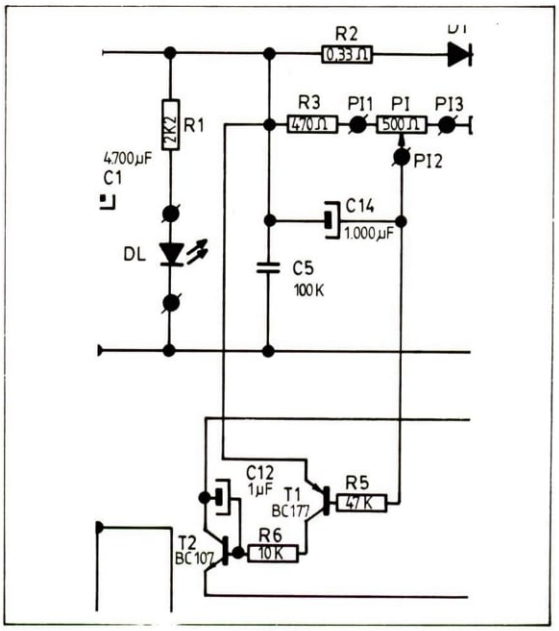


Conexionado del selector de escalas del polímero digital, pág. 5.



Corrección del dibujo de la pág. 186, en el que había un error en la forma de onda de la modulación de fase.

patillas, 4 de 14 patillas y 5 de 6 u 8 patillas.
— 15 terminales de espadín.
— 4 separadores de 30 mm.
— 8 tornillos de 1/8" 5 mm.



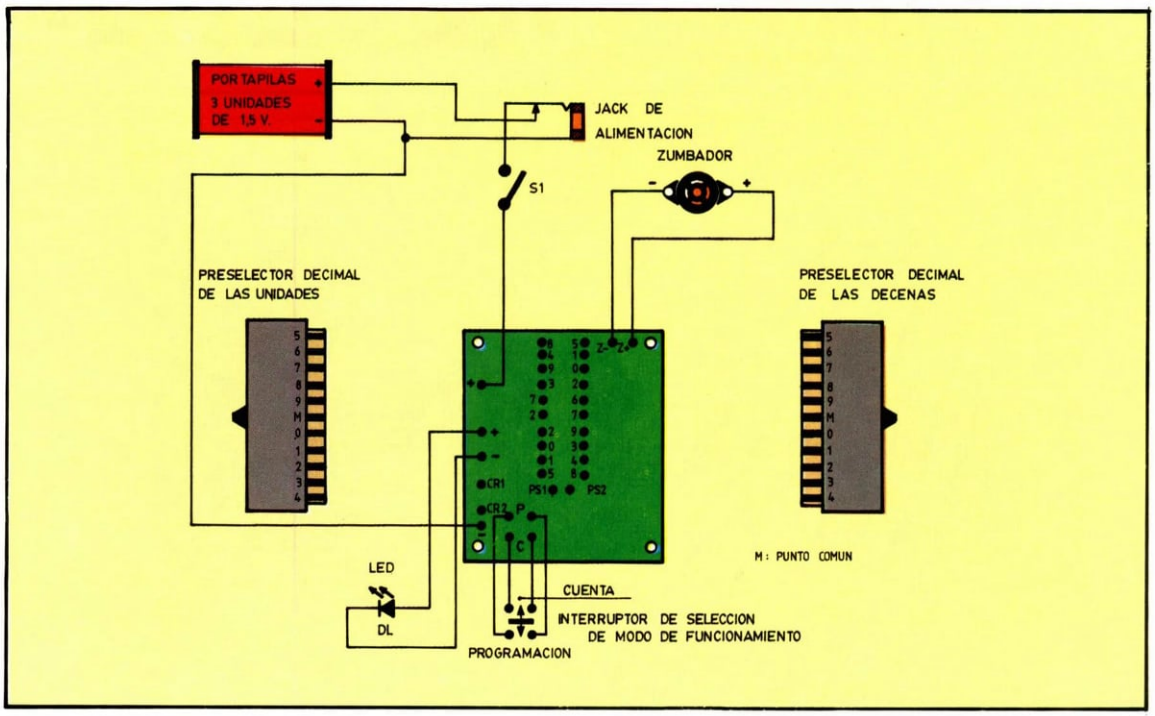
Detalle del esquema de la pág. 269. Se corrige el nombre de T1 y se añade un punto de conexión en la resistencia R3.

— 20 cm de cable plano de 15 hilos.
— 20 cm de cable de Ø 1 mm.
— Caja Minibox RM.543 (RETEX).
— Jack hembra de Ø 3,5 mm.
— Conector cannon de tipo hembra de 15 patillas.
— Conector para SPECTRUM.
— Placa de sujeción para pila con sus tornillos.
— Pila de 9 V tipo 6F22.
— Portapilas.

Pág. 224:
Donde dice: Diferencias con el UAA 170.
Debe decir: Diferencias entre el UAA 170 y el UAA 180.

Pág. 252:
Lista de componentes.
Donde dice: R5-Resistencia 820 Ω ...
Debe decir: R5-Resistencia 820 K ...

Pág. 275:
Lista de componentes.
Donde dice: P2-Potenciómetro lineal para papel ...
Debe decir: P2-Potenciómetro lineal para panel ...
Donde dice: C13-Condensador 100 nF, cerámico.
Debe decir: C14-Condensador 1000 µF, electrolítico, 50 V.
Donde dice: D1-Diodo BT255 (1N5402).
Debe decir: D1-Diodo BY255 (1N5402).
Donde dice: D2 y D3-Diosos 1N4148.
Debe decir: D2 y D3-Diodos 1N4148.
Donde dice: IC1-Circuito integrado LM388.



Dibujo de la pág. 554. Conexionado de todos los elementos que componen el aparato, tener mucho cuidado con los preselectores.

Debe decir: IC1-Circuito integrado LM338.
Donde dice: — 2 mm de cable de 1 mm de diámetro.
Debe decir: — 2 m de cable de 1 mm de diámetro.
Donde dice: — Clavija macho con 1 m de cable para Led.
Debe decir: — Clavija macho con 1 m de cable para red.

Pág. 329:
Donde dice: INTERFAZ RS RS 232/V24 ...
Debe decir: INTERFAZ RS 232/V24 ...

Pág. 338:
Sustituir el pie del dibujo.
Señal compuesta de vídeo de una línea cualquiera, para un nivel máximo de salida normalizada de 1 V_{pp}, para una cámara de TV.

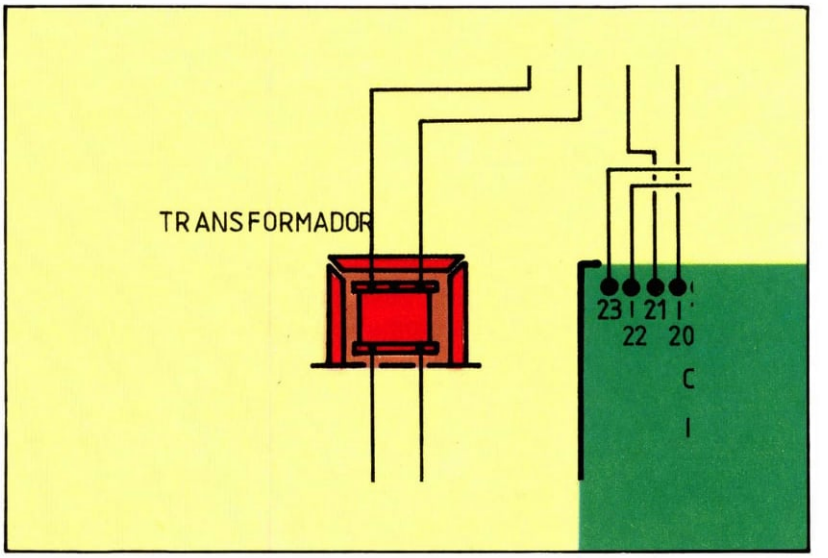
Pág. 381:
Fotografía.
Donde dice: Otro tipo de encapsulado, ...
Debe decir: Otro tipo de encapsulado TO-220, que permite un acoplo al disipador, es el de la figura. En este caso los transistores que contiene el circuito integrado pueden trabajar a potencias relativamente elevadas.

Pág. 493:
Sustituir el pie del dibujo.
Esquema de conexionado del circuito impreso con el resto de los componentes.

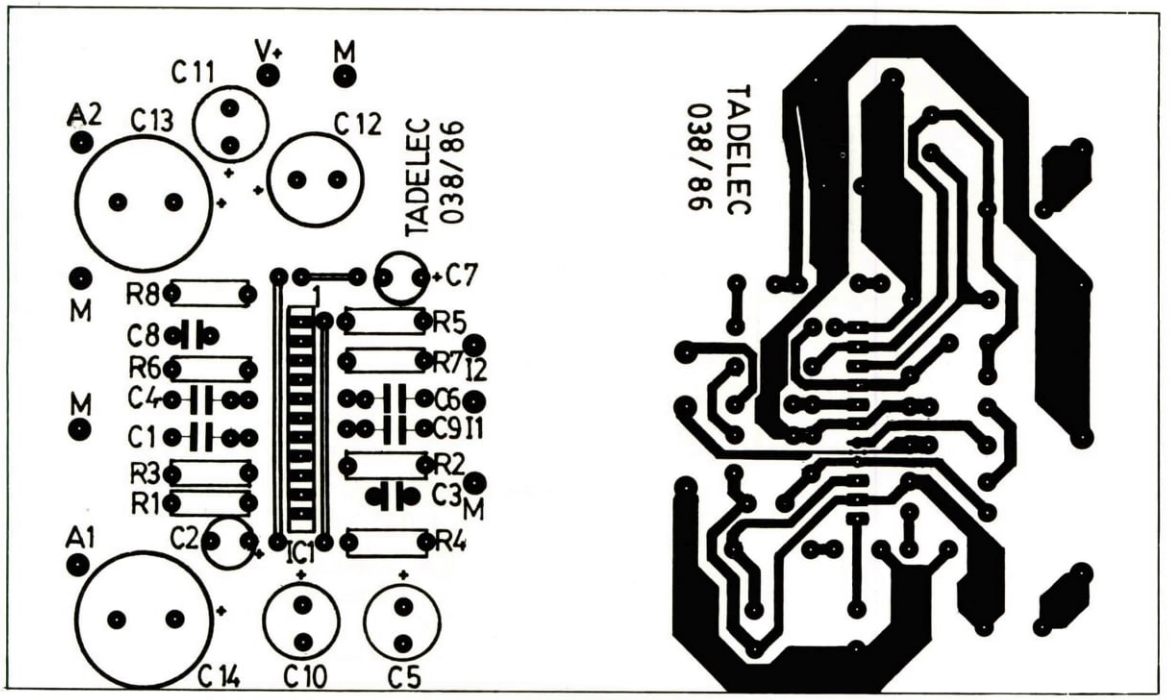
Pág. 494:
Sustituir el pie de la foto 5.
En este paso montamos las resistencias de potencia y el potenciómetro horizontal de ajuste de la frecuencia. Poner las resistencias separadas 5 mm del circuito impreso.

Sustituir el pie de la foto 6.
La última operación para terminar el montaje de la placa consiste en soldar el portafusibles, los espadines e insertar el fusible de 5 A en su lugar correspondiente.

Pág. 495:
Sustituir el pie de la foto 4.
Seguidamente colocaremos el regulador 7805 (IC1) y los condensadores de filtrado. Tener sumo cuidado con la polaridad del de tántalo y el electrolítico.



Conexionado del circuito impreso con el resto de elementos del equipo, pág. 673. Detalle del transformador de alimentación.



Circuito impreso a escala 1:1 del amplificador estereofónico de 2 + 2 W, pág. 596.

Serigrafía de componentes del amplificador estereofónico de 2 + 2 W, pág. 596.

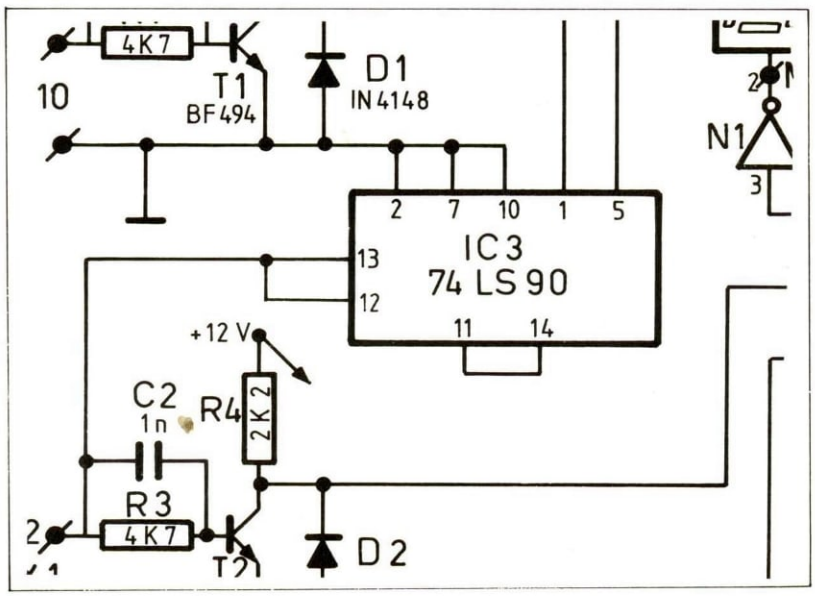
Pág. 497:
Sustituir el pie del dibujo.
Disposición mecánica de los diversos elementos que componen el convertidor estático.

Pág. 564:
Dibujo.
Donde dice: 27-C-13.
Debe decir: Corriente de colector en función del voltaje colector-emisor, con la intensidad de base como parámetro para el transistor 2N3055.
Donde dice: 27-C-13.
Debe decir: Potencia total disipable, según la temperatura de la cápsula para el transistor 2N3055.
Donde dice: 27-C-15.
Debe decir: Corriente de colector en función del voltaje colector-emisor, con la intensidad de base como parámetro, para el transistor 2N3055.
Donde dice: 27-C-7
27-C-8
Debe decir: Variación del voltaje base-emisor con la intensidad de corriente de colector para el transistor de germanio AC187.

Pág. 572:
Sustituir el pie de la foto 2.
Seguidamente montamos el diodo y el transistor que actúa el Led verde cuando la carga está finalizando. Tener cuidado en la colocación del transistor y Led para no confundir las patillas y polaridad.

Pág. 573:
Sustituir el pie de la foto 4.
Seguidamente insertamos el zócalo de 8 patillas en el circuito impreso y lo soldamos. Después colocamos el integrado en la posición adecuada con cuidado de no dañar las patillas al insertarlo.

Esquema eléctrico del frecuencímetro digital, pág. 709. Las patillas 12 y 13 de IC/3 deben ir unidas.



Pág. 636:
Las fotos 1 y 2 están intercambiadas.

Págs. 650 y 651:
Las fotos 3 y 5 están intercambiadas.

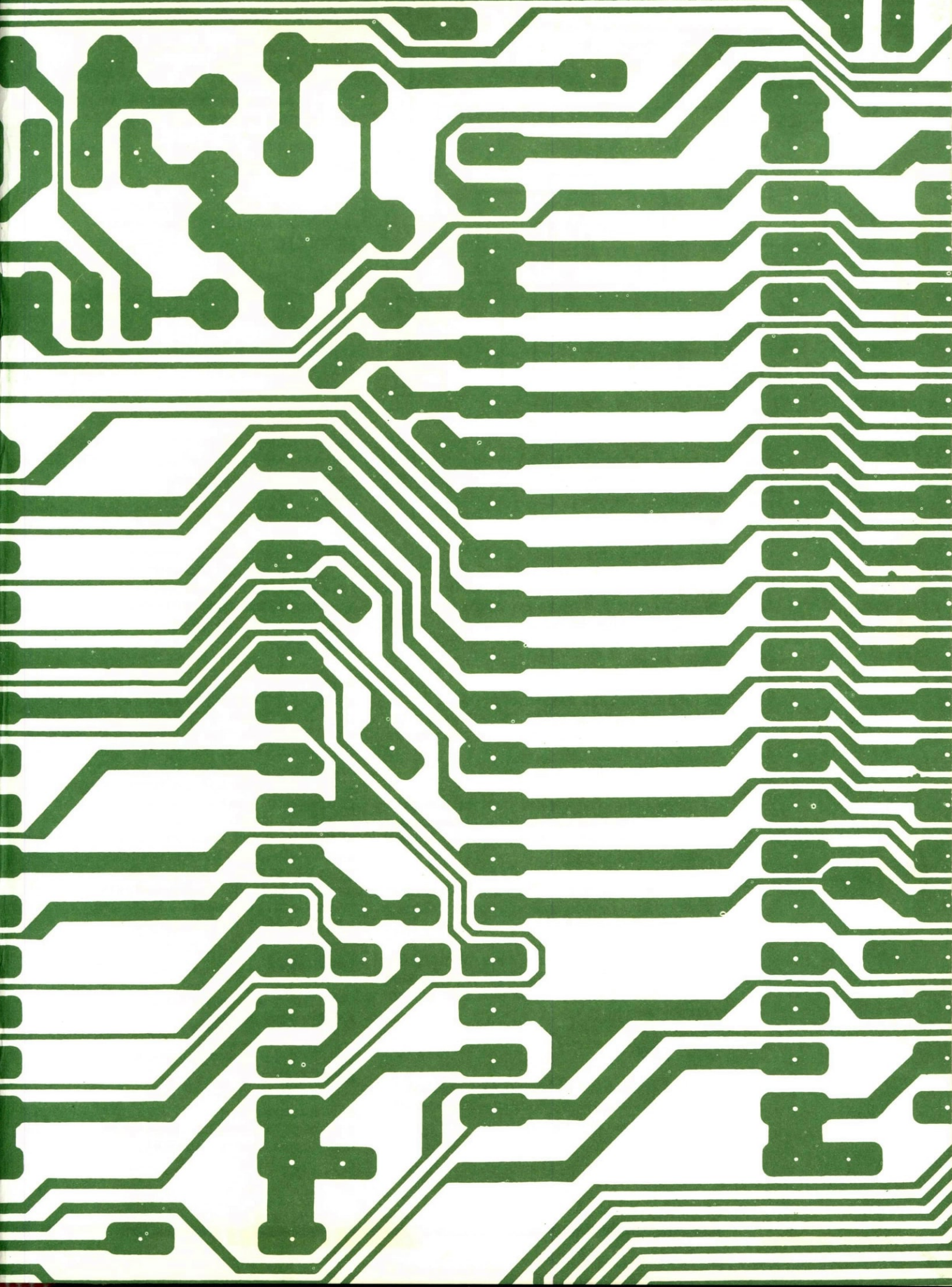
Pág. 658:
Dibujos.
Donde dice: 3 diagramas básicos ...
Debe decir: Diagrama de bloques de una memoria estática de lectura-escritura (RAM) de 2.048 palabras de 8 bits. Su matriz de memoria está seleccionada por 128 columnas y 128 filas, lo que da como resultado 16.384 «células» o puntos de memoria (128 × 128).
Donde dice: Diagrama en bloques de ...
Debe decir: Este otro diagrama nos muestra la estructura de una memoria TAM dinámica de 16.384 palabras de un solo bit. Vemos que es más complicada que la estática de 2.048 palabras, pues su bus de direcciones seleccionará la fila o columna en función de las señales GAS y RAS.

Pág. 659:
Sustituir el pie del dibujo.
Tres diagramas básicos de células de memoria. Cada matriz de una memoria contiene tantas células como capacidad total disponible, pues una célula es un «almacén» de un solo bit.

Pág. 710:
Sustituir el pie del dibujo.
Circuito impreso y serigrafía de componentes de la placa de conteo del frecuencímetro digital.

Pág. 712:
Dibujo.
Donde dice: Circuito impreso en la placa de conteo ...
Debe decir: Circuito impreso y serigrafía de componentes de la placa de presentación del frecuencímetro digital.

Pág. 718:
Donde dice: Transformador ideal.
Debe decir: No debe decir nada.

Págs. 930-931:
Intercambiadas fotos artículo con 934-935

NOTA: Las páginas 329 a 348 vienen erróneamente numeradas como 129 a 148.
La página 565 viene erróneamente numerada como 665.